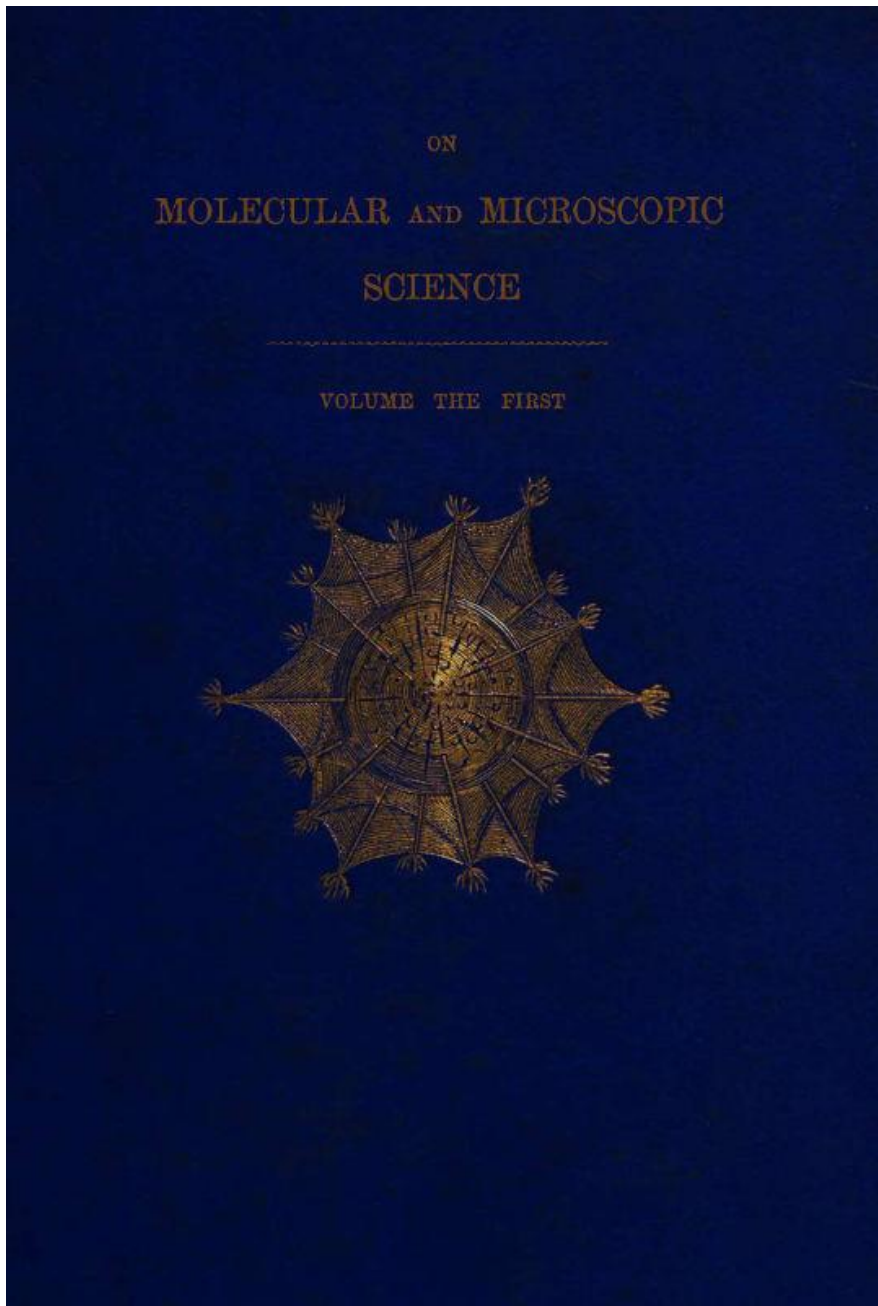


О молекулярной и микроскопической науке, Том 1 (из 2)

Мэри Сомервилл



Электронная книга проекта "Гутенберг" по молекулярным и микроскопическим наукам, том 1 (из 2)

Эта электронная книга предназначена для использования любым человеком в любой точке Соединенных Штатов и большинства других частей мира бесплатно и практически без каких-либо ограничений. Вы можете скопировать его, раздать или повторно использовать в соответствии с условиями лицензии Project Gutenberg, прилагаемой к этой книге, или онлайн по адресу www.gutenberg.org. Если вы находитесь за пределами Соединенных Штатов, вам необходимо ознакомиться с законами страны, в которой вы находитесь, прежде чем использовать эту электронную книгу.

Название: О молекулярной и микроскопической науке, том 1 (из 2)

Автор: Мэри Сомервилл

Дата выхода: 4 ноября 2017 г. [Электронная книга № 55886]

Последнее обновление: 23 октября 2024 г.

Язык: Английский

Титры: Подготовлено Соней Шерманн и командой онлайн-корректоров на <http://www.pgdp.net> (Эта транскрипция была составлена на основе изображений, щедро предоставленных Bayerische Staatsbibliothek / Баварской государственной библиотекой.)

*** НАЧАЛО ПРОЕКТА "ЭЛЕКТРОННАЯ КНИГА ГУТЕНБЕРГА По МОЛЕКУЛЯРНОЙ И МИКРОСКОПИЧЕСКОЙ НАУКЕ", ТОМ 1 (ИЗ 2) ***

ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ и МИКРОСКОПИЧЕСКОЙ НАУКЕ

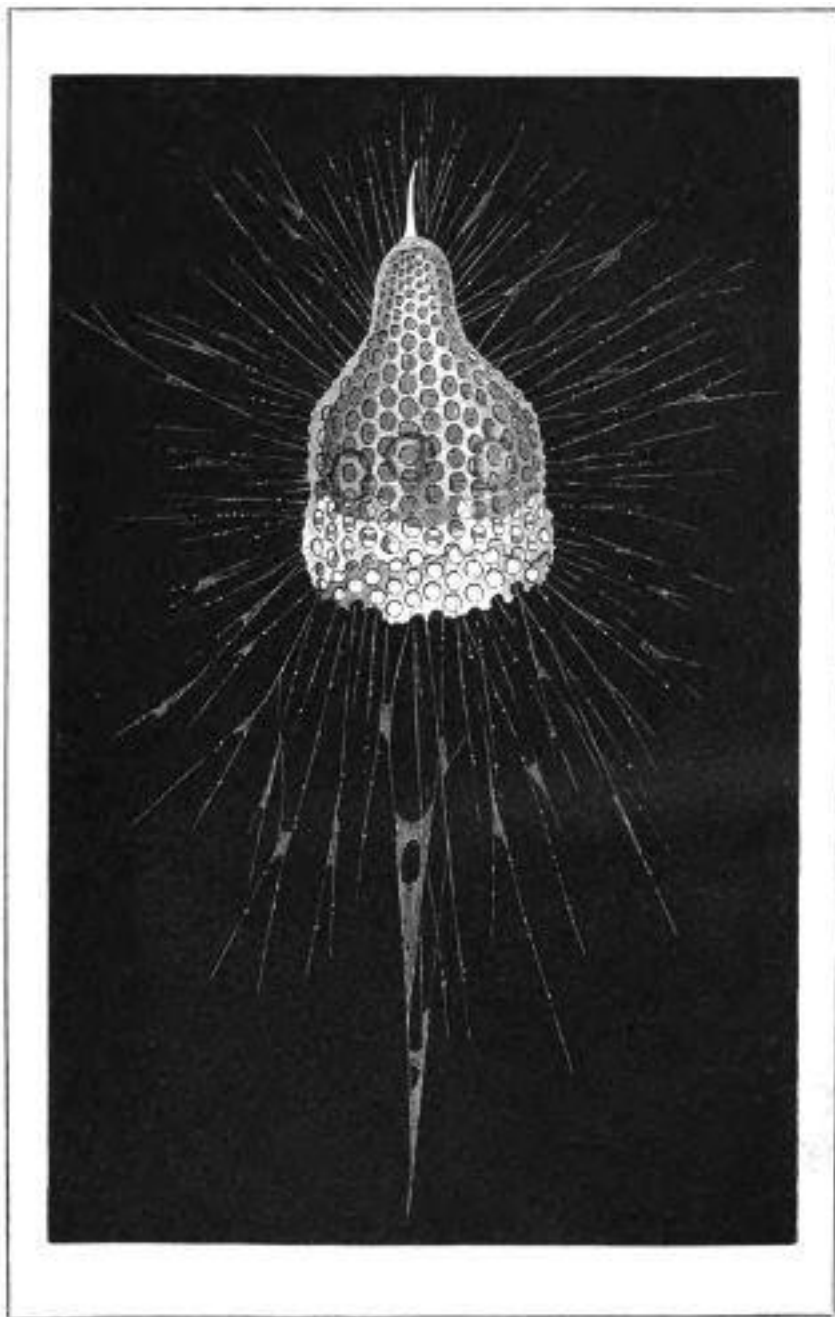
ТОМ ПЕРВЫЙ

Автор тот же.

О СВЯЗИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК. 9-е издание. Портрет. Сообщение 8во. 9с.

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ. Новое издание, тщательно переработанное. Портрет. Сообщение 8во. [В печати.

Рис. 89, стр. 20.



EUCYRTIDIUM CRANOIDES.

[Фронтиспис к тому I.

ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ И МИКРОСКОПИЧЕСКОЙ НАУКЕ

МЭРИ СОМЕРВИЛЛ, АВТОР КНИГ "НЕБЕСНЫЙ МЕХАНИЗМ", "ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ",
"СВЯЗЬ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК" И ДР.

Великий бог в величии, максимальный в минимуме—Святой Августин

В двух томах—Том I.

С ИЛЛЮСТРАЦИЯМИ

ЛОНДОН

ДЖОН МЮРРЕЙ, ОЛБЕМАРЛ-СТРИТ

1869

Право на перевод зарезервировано

ЛОНДОН: НАПЕЧАТАНО

СПОТТИСВУД И КОМПАНИЯ, НЬЮ-СТРИТ-СКВЕР

И ПАРЛАМЕНТ-СТРИТ

ПРЕДИСЛОВИЕ.

Микроскопические исследования органических и неорганических веществ настолько характерны для современного состояния науки, что Автор рискнул дать краткий обзор некоторых из наиболее выдающихся открытий в области жизни и строения низших растений и морских животных в дополнение к нескольким открытиям, касающимся инертной материи.

Автор считает своим долгом выразить искреннюю благодарность добрым друзьям — сэру Джону Гершелу, мистеру Хаггинсу, мистеру Гвину Джеффри, проф. Тиндалл и мистер Т. Мур из Челси, которые помогли в редактировании некоторых листов для печати и, таким образом, компенсировали недостаток, в котором она работает, - проживание за границей и удаленность от справочных библиотек.

СОДЕРЖАНИЕ ПЕРВОГО ТОМА.

ЧАСТЬ I.

АТОМЫ И МОЛЕКУЛЫ ВЕЩЕСТВА.

РАЗДЕЛ

,
СТРАНИЦА

I. ЭЛЕМЕНТАРНОЕ СТРОЕНИЕ МАТЕРИИ

1

II. О СИЛЕ И ОТНОШЕНИЯХ МЕЖДУ СИЛОЙ И МАТЕРИЕЙ

23

III.	АТОМНАЯ ТЕОРИЯ, АНАЛИЗ И СИНТЕЗ МАТЕРИИ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ВЕЩЕСТВ—КРАСИТЕЛЕЙ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ И Т.Д.	93
IV.	СОЛНЕЧНЫЙ СПЕКТР, СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ, СПЕКТРЫ ГАЗОВ И ЛЕТУЧИХ ВЕЩЕСТВ, ИНВЕРСИЯ ЦВЕТНЫХ ЛИНИЙ, СТРОЕНИЕ СОЛНЦА И ЗВЕЗД	129

ЧАСТЬ II.

РАСТИТЕЛЬНЫЕ ОРГАНИЗМЫ.

I.	МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА	167
II.	ВОДОРОСЛИ	179
III.	ГРИБЫ	260
IV.	ЛИШАЙНИКИ	298
V.	ХАРАКТЕРНЫЕ	312
VI.	ПЕЧЕНОЧНИКИ, ИЛИ ПЕЧЕНОЧНИЦЫ	316
VII.	МУСКУСЫ, ИЛИ МХИ	323
VIII.	ФИЛИСЫ, ИЛИ ПАПОРОТНИКИ	335
IX.	EQUISETACEAE, ИЛИ ХВОЩИ	367
X.	МАРСИЛЕЕВЫЕ, ИЛИ РИЗОСПЕРМЫ	371
XI.	ЛИКОПОДИЕВЫЕ, ИЛИ КЛУБНЕВЫЕ МХИ	373
XII.	ОБЩЕЕ СТРОЕНИЕ ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ	378

XIII.	ОДНОДОЛЬНЫЕ, ИЛИ ЭНДОГЕННЫЕ РАСТЕНИЯ	383
XIV.	ДВУДОЛЬНЫЕ, ИЛИ ЭКЗОГЕННЫЕ РАСТЕНИЯ	404

ИЛЛЮСТРАЦИИ

TO

THE FIRST VOLUME.

(Автор в долгу перед работами доктора Карпентера, преподобного М. Дж. Беркли, мистера Госсе и мистеру Дарвину за большую часть этих иллюстраций.)

РИС.		Страница
89.	Eucyrtidium cranoides	фронтиспис
1.	Форма слоистого разряда в вакуумной трубке	79
2.	Форма слоистого разряда в вакуумной трубке под воздействием электромагнита	81
3.	Развитие улывы	171
4.	Вертикальный разрез кутикулы Iris germanica	173
5.	Продольный разрез стебля итальянского тростника	176
6.	PalmoglœA macrococca	182
7.	Protococcus pluvialis	184
8.	Volvox globator	189
9.	Различные виды Staurastrum	192

10.	Хозяйство Closterium Lunula	193
11.	Диатома обыкновенная и Grammatophora serpentina	197
12.	Biddulphia pulchella	198
13.	Pleurosigma angulatum	199
14.	Actinocyclus undulatus	200
15.	Meridion circulare	201
16.	Bacillaria парадоксальный	203
17.	Клетки умножения в Conferva glomerata	207
18.	Зооспоры	208
19.	Нити Rivularia nitida в	215
20.	Trichodesmium erythræum	216
21.	Спряжение Zygnema quininum	217
22.	Ульва препаратов	225
23.	Polyides rotundus и Furcellaria fastigiata	229
24.	Вертикальные участки conceptacles из Gracilaria Армата, Grinnelia Американа, и Кораллина лекарственная	230
25.	Callithamnion высокой	232
26.	Rhabdonia Coulteri, Sphærococcus coronopifolius, Wrangelia penicillata, и Cruoria pellita	236
27.	Dictyurus purpurascens	242

28.	<i>Polyzonia cuneifolia</i>	243
29.	Плоды различных видов <i>Ectocarpus</i>	245
30.	<i>Dictyota</i> дихотомическое	247
31.	Вертикальное сечение сосуда фукуса <i>platycarpus</i>	254
32.	Различных видов <i>Russiniæi</i>	276
33.	Листовой Ржавчине <i>Puccinia Graminis</i>	280
34.	Различных видов <i>Mucedines</i>	286
35.	<i>Torula Cerevisiæ</i> , показывающие последовательные этапы клеточного размножения	287
36.	Различных видов <i>Sphæriacei</i>	294
37.	Различных видов лишайников	299
38.	<i>Sporopodium Leprieurii</i> , <i>Coccocarpia smaragdina</i> , и <i>Lecanora affinis</i>	300
39.	<i>Paulia perforata</i> , <i>Calicium tympanellum</i> , и графика <i>Leprevostei</i>	301
40.	<i>Nitella flexilis</i>	302
41.	<i>Antheridia</i> Чара обычно	314
42.	Дальнейшее развитие <i>antheridia</i> Чара обычно	315
43.	В коробочке вяза	317
44.	Анатомия кисть в коробочке вяза	318
45.	<i>Archegonia</i> из вяза в коробочке	319

46.	Elater и споры в коробочке	319
47.	Funaria hygrometrica	324
48.	Polytrichum коммун, группы antheridia	325
49.	Polytrichum коммун, развитие сперматозоидов	325
50.	Микроскопическое строение листьев мхов	330
51.	Развитие спор птерис Сабаль	336
52.	Антеридий и сперматозоидов из птерис Сабаль	338
53.	Archegonium из птерис Сабаль	338
54.	Раздел footstalk папоротника Вайя	341
55.	Pinnule из Polypodium подшипник сори	342
56.	Спорангии папоротников Polypodiaceous	343
57.	Pinnule из Lastrea Филикс-Мас с сори	346
58.	Сорус и indusium из Polystichum или Aspidium	347
59.	Ушной раковины Polystichum Lonchitis	348
60.	Сорус и чашевидной формы indusium из Deparia пролиферации	350
61.	Scolopendrium обыкновенной	351
62.	Athyrium Филикс-fœmina	353
63.	Асплениум улице Ruta-muraria	353

64.	<i>Ceterach officinarum</i>	355
65.	<i>Blechnum Spicant</i>	357
66.	Птерис Аквилена	357
67.	Включает Площадь-Венерис	359
68.	Волосовидный <i>radicans</i>	361
69.	<i>Hymenophyllum tunbridgense</i>	362
70.	Хвощ исполинский	368
71.	<i>Pilularia</i> минута	371
72.	<i>Mascula</i> ятрышник, вид сбоку цветок	389
73.	<i>Mascula</i> ятрышник, вид спереди цветок	390
74.	<i>Mascula</i> ятрышник, <i>pollinium</i>	391
75.	<i>Mascula</i> ятрышник, пыльцевые зерна	391
76.	<i>Mascula</i> ятрышник, поллинии	392
77.	Орхидея пирамидальная, вид спереди на цветок	393
78.	Орхидея пирамидальная, вид сбоку на цветок	394
79.	Орхидея пирамидальная, диск с одним поллинием	395
80.	Орхидея пирамидальная, поллиния, прикрепленная к диску	395
81.	Орхидея пирамидальная, поллиния, диск сжат	395
82.	Орхидея пирамидальная, поллиния, изъятая	395

83.	<i>Epipactis palustris</i> , вид сбоку на цветок	397
84.	<i>Epipactis palustris</i> , вид сбоку и рассечение цветка	398
85.	<i>Listera ovata</i> , вид сбоку на цветок	399

Ошибки.

Страница 3, строка 5 снизу, вставьте перед землей

59, строка 19, удалить the

59, строка 21, удалить the

59, строки 20 и 22, вместо части читать части

100, В Таблице атомных весов: Медь 32; Цинк 32·5; Рубидий 86; Цезий 133

101, строки 10 и 33, вместо 32 читать 32·5

104, строка 12 снизу, вместо 29 читать 32

МОЛЕКУЛЯРНЫЙ И МИКРОСКОПИЧЕСКИЙ

Естественные науки.

ЧАСТЬ I.

АТОМЫ И МОЛЕКУЛЫ ВЕЩЕСТВА.

РАЗДЕЛ I.

ЭЛЕМЕНТАРНОЕ СТРОЕНИЕ МАТЕРИИ.

Исследования, которые выявили самые утонченные и удивительные взаимосвязи между светом, теплом, электричеством и высокоэластичными средами; отношение этих сил к частицам твердой и жидкой материи, новые методы анализа и микроскопическое изучение этого удивительного творения, животного и растительного, невидимого невооруженным глазом человека, принесли новое понимание бесконечно малого в рамках современной науки.

Везде, куда бы астроном ни проник в глубины космоса, видны светящиеся точки; и поскольку свет состоит всего лишь из колебаний эфирной среды, материя должна существовать во всех частях Вселенной, известных человеку, ибо, хотя светонесущий эфир настолько разрежен, что само его существование является почти гипотезой, его атомы не более невообразимо малы, чем атомы высокоэластичной весомой материи на земле. Атомы являются основными составляющими однородных простых веществ; молекулы или группы разнородных атомов, соединенных в определенных пропорциях, составляют такие вещества, которые являются составными. Пар высокого давления невидим, когда он выходит из котла, однако каждая из его молекул содержит два атома водорода и один - кислорода. Аромат цветка - это сложное невидимое вещество, состоящее из молекул.

Мы ничего не знаем ни о формах атомов, ни о тех группах атомов, которые мы называем молекулами; но мы не можем представить их иначе, как чрезмерно сложными, поскольку, представляя их себе как угодно, мы уверены, что атом, какой бы ни была его форма или природа, всегда один и тот же. Оно никогда не изнашивается, оно никогда не меняется, хотя оно могло быть частью тысяч тел и входить в тысячи комбинаций, органических и неорганических; освобождаясь от их распада, оно готово вступить в новый ряд; оно неразрушимо даже огнем, такое же, как и при сотворении. Количество материи в нашей земной обители никогда не увеличивалось и не уменьшалось; подверженное постоянной смене места и сочетания, ее количество остается неизменным: дно морей может превратиться в сушу, и океан может снова покрыть высокие горы, но абсолютное количество материи не меняется.

Предполагается, что все вещества, будь то твердые, жидкие или воздухообразные, состоят из твердых отдельных атомов или частиц и в соответствии с этим предположением должны быть окружены эфирной средой, иначе они не могли бы передавать свет и тепло, которые являются просто вибрациями этой среды. Даже самые твердые и компактные вещества способны к сжатию и были сжаты до огромной степени гидравлическим прессом; но, вероятно, для приведения их атомов в соприкосновение требуется механическая сила: фактически, ни одно известное вещество не является непроницаемым для света, так и тепла, какими бы тонкими они ни были.

Гораздо большее количество земных веществ состоит из разнородных атомов, химически объединенных в атомные системы или молекулы; но есть шестьдесят четыре, которые никогда не поддавались химическому анализу и поэтому, как полагают, соответственно образованы только из одного вида атомов. Тридцать пять из них представляют собой металлы, встречающиеся либо в чистом виде, либо в виде руд, и шестнадцать представляют собой металлы, существующие в природе в химическом сочетании со щелочами, щелочноземельными элементами или землистыми основаниями, то есть в виде солей, из которых они были получены аналитическим методом с помощью электричества или другими способами. Тринадцать оставшихся простых веществ неметаллические: некоторые имеют воздушную форму, некоторые твердые, одно жидкое.

Щелочными металлами являются натрий, калий, литий, цезий, рубидий и таллий. Они отличаются своим энергетическим родством к неметаллическим элементам и простотой их соединений с ними. Они никогда не встречаются в качестве самородных и являются одними из самых сложных металлов для извлечения из их руд, а их спектры отличаются простотой. Натрий и калий, которые были такими важными веществами в науке о спектре, были восстановлены из

щелочей соды и поташа сэром Хамфри Дэви с помощью вольтовой батареи — открытия, которое привело к сокращению содержания многих других. Литий - белый металл, который ярко горит на воздухе и в кислороде; он плавает в бензине и является самым легким из известных твердых тел. Цезий - самый энергичный из всех металлов по своему химическому сродству.

Металлами щелочноземельных элементов являются барий, стронций, кальций и магний. Они обладают, как и предыдущие, энергетическим сродством к неметаллическим элементам и с трудом извлекаются из их руд. Барий получают из барита земли: он сильно щелочной, а его соли бесцветны и ядовиты. Кальций получают из известняка, мела, мрамора и гипса, которые являются одними из наиболее распространенных компонентов в земной коре; это яркий пластичный металл бронзового цвета. Магний, представляющий собой блестящий серебристо-белый твердый хрупкий металл, получают из магниевых известняков или доломита. Хотя руды кальция и магния залегают на обширных территориях земного шара, металлы составляют очень небольшую сравнительную долю в них.

Металлами, получаемыми из нещелочных земель, являются глюцин, иттрий, торин, цирконий и алюминий, который единственный представляет какой-либо интерес: в настоящее время он становится очень полезным металлом. Он легко соединяется с кислородом, образуя глину. Рубин, сапфир и восточный топаз - это просто цветные разновидности корунда, которые представляют собой не что иное, как кристаллизованную глину. Рубидий, цезий и таллий были обнаружены с помощью спектрального анализа.

Жадность некоторых из этих металлов к кислороду весьма примечательна: калий и рубидий воспламеняются при соприкосновении со льдом или холодной водой; они разлагают воду и соединяются с содержащимся в ней кислородом. Кальций светится в теплой воде и горит интенсивным светом при нагревании до красноты; но магниевая проволока горит с таким интенсивным блеском, что ее использовали для фотографирования, и, вероятно, она пригодится в бытовых целях, поскольку две с половиной унции магниевой проволоки при сжигании дают свет, равный свету стеариновых свечей весом в двадцать фунтов.

К металлам, оксиды которых не восстанавливаются при нагревании без помощи той или иной формы углерода, относятся почти все полезные металлы. Все они многоатомны, то есть соединяются с другими элементами по числу атомов, варьирующемуся от двух до восьми, и по этому свойству делятся на семь групп. Например, цинк, медь и кадмий являются двухатомными. Цинк бесценен как источник электрического света и тепла в гальванических батареях, а его пары великолепно горят. Медь - один из самых полезных металлов, в то время как кадмий не представляет никакой ценности вообще. Никель, кобальт и уран образуют трехатомную группу; они примечательны своими сложными спектрами. Никель обычно входит в состав метеоритов; кобальт используется в пигментах и симпатических чернилах; а оксид урана используется для окрашивания стекла и придает ему некоторые очень своеобразные свойства, как будет показано ниже. Драгоценные металлы обладают слабым сродством к кислороду при любой температуре, и их оксиды разлагаются только под действием тепла, а иногда даже под воздействием колебаний света.

Металлы являются отличными проводниками тепла, но в этом отношении они чрезвычайно различаются; и теория, и эксперимент доказывают, что лучшие проводники неизменно являются худшими излучателями. Фактически, те атомы, которые передают наибольшее количество движения эфирной среде, то есть которые излучают наиболее мощно, наименее

компетентны передавать движение друг другу, то есть вести себя с легкостью. Серебро и медь - лучшие проводники тепла, но худшие излучатели. Эти два металла являются лучшими проводниками электричества, но на это влияет температура; эксперименты М. Маттиссена и Фон Боze доказали, что все чистые металлы в твердом состоянии различаются по проводящей способности в одинаковой степени между нулем и 100 ° С и что щелочные металлы проводят электричество лучше при нагревании, чем при охлаждении.

Все металлы способны испаряться, но при самых разных температурах. Платине требуется тепло кислородно-водородной паяльной трубки, которое, по оценкам, составляет 8801 ° С Это свойство делает его ценным для выводов к токопроводящим проводам вольтовой батареи и магнитоэлектрической индукционной машины, где можно использовать большое количество тепла без оплавления платиновых выводов. Для изготовления токопроводящего провода всегда используется медь из-за его превосходной проводящей способности. Катушка провода в магнитоэлектрической машине, которая часто имеет длину в несколько миль, изолирована покрытием, обычно из зеленой шелковой нити. Но в чрезвычайно тонких экспериментах, где магнетизм может исказить результаты, для токопроводящих проводов в термоэлектрическом блоке гониометра используется идеально чистая медная проволока, которая является диамагнитной, а провода покрыты белой шелковой нитью, поскольку было обнаружено, что зеленая краска содержит некоторое количество магнитного металла.

Однако масса металлов составляет сравнительно небольшую часть земного шара, который образован химическими сочетаниями всего тринадцати простых элементарных веществ, — удивительное проявление творческой силы, которая смогла сформировать мир такого разнообразия и красоты с помощью столь малоизученных атомов; еще более удивительно, что только четыре простых элемента составляют основу почти всей органической ткани. Воздух, которым мы дышим, вода, тела людей и живых существ, а также растительность, украшающая землю, представляют собой главным образом сочетания трех невидимых газов - кислорода, водорода и азота - с углеродом, чистейшей аморфной формой угля.

Газообразный кислород образует три четверти поверхностной коры земного шара, ее продуктов и обитателей. По меньшей мере треть твердой земной коры состоит из кислорода в сочетании; в воде он составляет восемь частей из девяти, а вода покрывает три четверти поверхности земного шара; он образует более двадцати частей из ста атмосферного воздуха, и в органическом царстве он является важным компонентом. За исключением атмосферы, кислород никогда не образуется в несоединенном состоянии, но может быть получен путем перегонки хлората калия, разложения воды электрическим током и другими способами. В чистом виде это бесцветный, безвкусный, без запаха, невидимый газ; он негорюч при обычных температурах, но абсолютно необходим для горения; ни одно животное не может долго жить в нем, и никто не может существовать без него. В атмосфере кислород обладает высокой магнитной активностью; его магнетизм увеличивается с холодом и уменьшается с жарой; следовательно, его интенсивность меняется в зависимости от ночи и дня, зимы и лета, но его магнитные свойства исчезают, когда он входит в состав.

Кислород совершенно неподвижен и пассивен как газ в атмосфере, а также как составная часть воды и твердых тел, однако это бездействие скрывает самую мощную энергию, которую нужно только привести в действие. Таким образом, горение чрезвычайной интенсивности происходит, когда воспламененная сера помещается в сосуд, содержащий газообразный кислород;

металлический калий мгновенно воспламеняется от него при соприкосновении с водой; некоторые из его соединений с хлором очень взрывоопасны, а фосфор горит в нем с ослепительным блеском. Таким образом, огромное количество энергии скрыто в кислороде даже при самом спокойном внешнем виде.

М. Шенбейн из Базеля открыл, что кислород существует в другом состоянии, которое не отличается ни крайним покоем, с одной стороны, ни интенсивной активностью, с другой, от его обычной формы; и чтобы выразить это промежуточное состояние, при котором его активность меньше по количеству и отличается по качеству, его называли другим именем, а именно озоном, из-за следующей особенности.

Давно было замечено, что при работе электрической машины и при ударе молнии в объекты появляется специфический запах; профессор Шенбейн установил, что этот запах возникает в результате превращения кислорода в озон, и на самом деле озон образуется при прохождении электрических искр через этот газ. Озон отличается от кислорода сильным запахом и мощным отбеливающим свойством; он очищает загрязненный воздух, изменяет цвет овощей и окрашивает крахмал, приготовленный синим йодидом калия, что, таким образом, служит критерием его присутствия; однако это, безусловно, кислород в аллотропном или измененном состоянии, поскольку он легко окисляет или ржавеет серебро и другие металлы, а когда озонированный газ пропускают через раскаленную докраснотрубку, выделяется чистый кислород. Согласно экспериментам г. Тейта и Эндрюса, газообразный кислород теряет шесть восьмых своего объема и становится в четыре раза плотнее в результате изменения; он легче сжимается при малозаметном электричестве, чем при искре. Эксперименты профессора Тиндаля по поглощению лучистого тепла газами дают основание полагать, что озон образуется в результате объединения атомов элементарного кислорода в колеблющиеся группы и что при нагревании связь соединения растворяется и озон восстанавливается до формы кислорода. Озон в основном содержится в воздухе, прошедшем над обширными морскими просторами, и его количество увеличивается во время полярных сияний, что само по себе может привести к предположению о том, что это явление электрическое.

Превращение кислорода в озон — не единственный пример аллотропизма, то есть существования одного и того же вещества в двух состояниях, отличающихся друг от друга во всех отношениях, поскольку сам озон является аллотропным. Профессор Шенбейн обнаружил, что существуют два вида озона, стоящих друг перед другом по отношению к положительно и отрицательно активному кислороду, а именно озон и антозон, которые при контакте нейтрализуют друг друга в обычный кислород. В этом отношении они аналогичны электричеству, и, как и электричество, один вид не может быть произведен без одновременного развития другого.

Когда металл, такой как серебро, например, окисляется или ржавеет, это придает полярность атомам кислорода в атмосфере и разделяет их на противоположные состояния озона и антозона; озон соединяется с серебром и ржавеет или окисляет его, в то же время антозон растворяется во влаге или водяном паре в воздухе и образует перекись водорода. Окисленное или проржавевшее серебро, как и любое другое окисленное вещество, является озонидом, в то время как перекись водорода является антозонидом.

Поскольку оба вида озона образуются при разложении воды под действием электричества, и поскольку всегда обнаруживается, что морской воздух содержит более или менее свободный

озон, океан, вероятно, представляет собой антозонид, поскольку весь антозон, образующийся под действием электричества во время грозы, должен быть либо растворен в морской воде, либо внесен в нее дождем в виде перекиси водорода. Озон должен быть чрезвычайно обильным в зоне затишья и легких бризов вблизи экватора, известной как переменная, которая подвержена проливным дождям и сильным грозам, а также в регионах муссонов. На суше одним из преимуществ, вытекающих из этих грозных явлений, является образование озона, который окисляет разлагающиеся органические вещества и ускоряет их распад, в то время как антозон, растворенный в атмосферных парах, образует перекись водорода и освобождает воздух от антагонистического начала.

Получаемая таким образом перекись водорода представляет собой прозрачную бесцветную жидкость без запаха с металлическим привкусом и содержит один эквивалент водорода и два эквивалента кислорода. Сохраняет жидкое состояние при сильном морозе и смешивается с водой в любых пропорциях. Обладает сильным отбеливающим свойством, мгновенно разрушая цвет овощей. При внезапном воздействии температуры кипящей воды он разлагается с сильным взрывом и легко выделяет кислород при температуре 59 ° по Фаренгейту. Простое прикосновение к окисленному металлу, такому как оксид серебра, полностью и мгновенно разлагает его, а газообразный кислород выделяется при соединении озона и антозона так быстро, что вызывает своего рода взрыв, сопровождающийся интенсивным выделением тепла.

При сгорании фосфора в атмосфере образуются оба вида озона, и профессор Шенбейн рассматривает медленное сгорание этого вещества, которое соединяется с озоном и освобождает антозон, как тип всех медленных окислений, которым подвергаются органические и неорганические тела во влажном атмосферном воздухе; настоящему окислению всегда предшествует появление перекиси водорода, и что это соединение играет важную роль в медленных окислениях и глубоко вовлечено в дыхание животных и во многие другие химические процессы, происходящие в природе.

В подтверждение этих взглядов несомненно, что озон является мощным посредником в процессе распада. Если аналогичным способом сделать древесину взрывоопасной, как пороховую вату, то через некоторое время она превратится в пыль и будет гореть, не взрываясь, хотя и сохранит свою форму. В естественном состоянии древесины кислород пассивен и находится в состоянии покоя, поскольку кислород является составной частью древесины; во втором состоянии он взрывоопасен, и через некоторое время за ним следует полуактивное состояние озона, который при медленном незаметном сгорании вызывает гниение древесины. М-р Фарадей отмечает, что сила, которая была бы взрывоопасной, если бы ее сконцентрировали в одной усилки, расходуется в длительных прогрессивных изменениях.

Величественные явления горения вызывают наше восхищение и приковывают наше внимание своим внушительным величием; однако это всего лишь спазматические попытки в грандиозной экономике материального мира, происходящие время от времени. Более медленное, но непрерывное продвижение элементов к назначенному им месту отдыха, тихие, безмятежные, постоянно прогрессирующие метаморфические изменения, связанные с явлениями разложения, - все это мы не принимаем в расчет и проходим мимо, не обращая внимания. И все же, при всем их величии, при всем их блеске, при всем их развитии огромной энергии, что такое явления горения в великой схеме Вселенной по сравнению с ними? Когда громкий раскат грома или вспышка молнии пробуждают нас от наших бездумных абстракций или мечтаний, наши

чувства поражаются величию Всомогущества и мощи стихий, которыми он владеет, но вся яростьгрозы — что это по сравнению с электрическими энергиями, которые тихо и непрерывно проявляют себя при каждом химическом изменении? Ведь электрическая сила в одной капле воды, нарушенная при разложении этой воды, сама по себе больше, чем в электричестве целой грозы. Те из нас, кто ограничивает наше понимание силы кислорода энергией, проявляемой этим элементом в его слабо активном состоянии, составляют лишь весьма неадекватное представление о совокупных результатах, достигнутых им в мировой экономике.' Кислород - единственный известный газ, который является аллотропным, и единственное известное вещество, которое является вдвойне аллотропным, то есть существующим в трех различных состояниях, подобных кислороду, озону и антозону.

Водород в чистом виде представляет собой невидимый газ без запаха и вкуса; он входит в состав различных кислот и щелочей, но сам по себе не является ни кислотой, ни щелочью. Он легко воспламеняется, горит бледным светом, и, как уже упоминалось, комбинированная струя кислорода и водорода выделяет тепло в 8801 °, которое настолько интенсивно, что ничто не может противостоять ему. Это самое легкое из известных веществ. Воздушный шар, имеющий форму шара диаметром десять футов, вмещал бы 32½ фунта обычного воздуха, в то время как газообразный водород весом в два фунта заполнял бы его. Связанный с этим небольшим количеством весомого вещества, водород обладает огромной способностью к комбинированию, но его активность вызывается только какой-то внешней и возбуждающей причиной. Смесь из двух порций водорода и одной порции газообразного кислорода оставалась бы инертной вечно, но в тот момент, когда через нее пропускается электрическая искра, происходит яркая вспышка и взрыв, и в результате получается вода: таким образом, огромная сила покоится в этом мягком элементе.

Газообразный водород попадает в атмосферу в результате неполного сгорания, но он мгновенно рассеивается и становится безвредным, поскольку воздухообразные жидкости способны к быстрой и совершенной диффузии друг через друга, каждая из которых обладает особой способностью, которая при тех же обстоятельствах тем больше, чем меньше ее плотность; поэтому водород, самый легкий из газов, не только поднимается в воздух из-за своей легкости, но и рассеивается быстрее и полнее, чем кислород, который является опорой жизни. Хотя водород уступает по плотности любому другому газу, он превосходит их все по электропроводности, точно так же, как серебро и медь проводят электричество лучше, чем платина, хотя и гораздо менее плотные. Огромная охлаждающая способность водорода обусловлена его чрезвычайной подвижностью и, как следствие, быстрой конвекцией тепла, по которой он превосходит все другие газы. Он так же проницаем для лучистого тепла, как атмосферный воздух, обладает очень высокой преломляющей способностью, удельной теплоемкостью 3· 2936, и может быть заменен металлом во многих химических формулах без изменения их свойств: поэтому его иногда называют металлоидом.

Количество газообразного азота, или азота, существующего в природе, огромно. Он составляет четыре пятых атмосферы, откуда его можно получить как в чистом виде, так и химическим путем. Подобно кислороду, этот газ обладает постоянной эластичностью, не имеет запаха, вкуса или цвета; он не является ни кислым, ни щелочным, не изменяет окраску растений, не горит и не поддерживает горение, а при вдыхании не способен поддерживать жизнь животных. Он в изобилии содержится в органических телах, во всех частях тела животных, в крови, мышцах,

нервах и даже в мозге; и является либо очень питательным, либо ядовитым веществом в растительном царстве.

Газообразный азот совершенно пассивен; он не имеет сродства к металлам и не может быть освобожден ни от одного из своих соединений даже с помощью электричества. За исключением бора и титана, он не соединяется напрямую или самопроизвольно ни с одним простым элементом даже при самой высокой температуре, но его косвенные сочетания многочисленны и сильны: соединения с водородом либо вредны, либо ядовиты, соединения с кислородом все смертельно ядовиты. Если бы азот самопроизвольно соединялся с любым из этих газов, особенно с кислородом, жизнь была бы невозможна в том виде, в каком устроено организованное творение; его инертность делает его смесь с кислородом в атмосферном воздухе безвредной. Однако соединения азота и водорода, образующие нитрат аммиака, были обнаружены в атмосфере профессором Шенбейном, причиной чего является соединение испарения, тепла и воздуха; и поскольку испарение происходит непрерывно, он приходит к выводу, что нитрат аммиака, нитраты и другие соли образуются во влажном воздухе и быстро смываются в нашем дождливом климате в источники и реки. Он считает образование нитратов из воды чрезвычайно важным для растительности, потому что каждое растение становится источником по крайней мере части своего азотированного питания, в то время как дождь снабжает почву, на которой оно стоит, таким же запасом.

В атмосфере азот обладает всеми механическими свойствами обычного воздуха, но с большей преломляющей способностью, а его удельный вес почти такой же, как у кислорода. Поскольку атмосферные газы наиболее проницаемы для лучистого тепла, земля находится в наиболее благоприятных условиях для обогрева солнечными лучами, и, таким образом, свойства элементарных газов превосходно адаптированы для нашего комфорта, питания, безопасности и удовольствия.

Углерод, который в сочетании с тремя элементарными газами составляет основу органического мира, широко распространен по всему земному шару в огромных угольных пластах, растительности прошлых эпох. Алмаз - это его самая чистая кристаллическая форма; а древесный уголь, то есть древесина, из которой под действием тепла удаляются летучие вещества, - это его самое чистое аморфное состояние. Этому простому веществу и водороду мы обязаны земным светом и теплом, будь то уголь или древесина, будь то свеча или лампа. Продуктами сгорания являются углекислые газы, как в чистом виде, так и в смеси с дымом, поскольку зола - это негорючее землистое вещество, смешанное с углем или древесиной, а дым - это неиспользованный углерод, образующийся в результате плохой конструкции наших дымоходов; так что отходы огромны в таком большом городе, как Лондон, где уголь является единственным топливом. Свет излучается раскаленными добела твердыми частицами, которые начинают светиться раньше, чем газ, поскольку все газы обладают слабой светящей способностью, а тепло возникает в результате химического соединения углерода с кислородом, процесса, в котором химическая сила сливается с соответствующим ей теплом. М-р Фарадей отмечает, что если бы результатом соединения углерода и кислорода был только газ, у нас было бы очень мало света, а если бы это было постоянное твердое вещество, мир был бы погребен в собственном пепле.

Алмаз и чистый углерод не оставляют остатков при потреблении; они соединяются с кислородом нашей атмосферы в углекислый газ, который невидим, ядовит и настолько тяжел,

что его можно переливать из одного сосуда в другой, как воду, показывая тем самым, сколько углерода он содержит в невидимом состоянии. Количество углекислого газа, выбрасываемого в атмосферу в этом невидимом, но тяжелом состоянии, огромно, поскольку атмосферный воздух весом в шесть тонн ежеминутно проходит через доменную печь среднего размера, унося с собой более полтонны углерода в виде этого газа, состав и свойства которого всегда одинаковы, возникает ли он в результате горения, ферментации или дыхания, что последнее можно рассматривать как медленное горение, которое пронизывает нас до костей, если не снабжается углеродом с пищей. Было подсчитано, что в результате этих операций газообразный кислород весом в две тысячи миллионов фунтов ежедневно превращается в углекислый газ и выбрасывается в атмосферу, которая вскоре была бы заражена его ядовитостью и удушливостью, если бы не овощи, которые разлагают его, ассимилируют углерод и освобождают кислород, чтобы он смешивался с воздухом и снова делал его пригодным для дыхания. Углерод обладает большей способностью к соединению, чем любое другое простое вещество, за исключением водорода.

М-р Фарадей сжал газообразную углекислоту в жидкость под давлением ее собственной упругости, когда она не соединялась в закрытых сосудах, с силой, равной весу, в тридцать пять раз превышающему вес нашей атмосферы; и м-р Тилорье превратил жидкость в твердое вещество путем быстрого испарения, во время которого одна часть жидкости отдавала тепло так быстро, что оставшаяся часть конденсировалась в вещество, подобное снегу, к которому можно было безнаказанно прикасаться, но при смешивании с серным эфиром его температура снижалась до 166 ° ниже нуля термометра по Фаренгейту.

Углерод встречается в природе в самых разнообразных формах и демонстрирует один из самых ярких примеров аллотропизма: одно и то же вещество демонстрирует наибольший контраст по внешнему виду и физическим свойствам. Алмаз, самый блестящий, прозрачный и твердый из драгоценных камней, идентичен углероду, который черный, тусклый, непрозрачный и хрупкий. И то, и другое горюче; углерод легко воспламеняется, но для сжигания алмаза требуется температура 1860 °C.

Какими бы многочисленными ни были кристаллические формы, принимаемые веществами естественным или искусственным путем, все они могут быть сгруппированы в геометрические системы; каждая система обладает своими собственными родственными и производными формами, способными к взаимным вариациям между собой, но формы одной системы никогда не принимают формы другой. Однако этому закону углерод и некоторые другие вещества полностью противоречат. Алмаз кристаллизуется в виде восьмигранников, в то время как графит, который также является углеродом, кристаллизуется в виде шестигранных пластин - двух форм, которые принадлежат к разным системам, совершенно несовместимым друг с другом: и, таким образом, углерод обладает свойством быть диморфным.

Сера - простой горючий минерал, в изобилии встречающийся в вулканических странах в кристаллическом или аморфном состоянии и входящий в состав органических веществ животного и растительного происхождения. Он легко растворяется бисульфидом углерода, бензином и при умеренном нагревании; и медные опилки, подвергнутые воздействию его паров, самопроизвольно воспламеняются, химическая сила соединения превращается в свет и тепло. Газообразный сероводород, комбинация серы и водорода, образуется естественным образом при гниении органического вещества, и м-р Фарадей замечает в отношении сродства

серы: "его связи столь многочисленны, диапазон сочетаний столь обширен, что мы должны рассматривать его как самую основу, на которой построено химическое производство".

Несмотря на то, что сера является простым веществом, она проявляет два замечательных явления - диморфизм и аллотропное свойство. При превращении под действием тепла в пар и медленном охлаждении он кристаллизуется в ромбические восьмигранники; при простом расплавлении и медленном охлаждении он принимает форму наклонных ромбических призм. Здесь на одни и те же атомы в парообразном и жидком состоянии действуют разные силы; но как бы то ни было, сера представляет собой еще одно исключительное исключение из закона неизменности кристаллических систем.

Сера становится аллотропной при продолжительном воздействии тепла; иными словами, она полностью меняет свой внешний вид и свойства, хотя химически остается прежней. Естественно, он желтый и хрупкий, но при расплавлении представляет собой бесцветную прозрачную жидкость, которая при продолжительном нагревании превращается в черную вязкую субстанцию, которая становится похожей на индийский каучук или гуттаперчу, если бросить ее в воду. В этом аллотропном состоянии он наделен свойствами более мощными, энергичными и возвышенными; его склонность к химическому воздействию усиливается, как у озона. В том, что это черное вязкое вещество химически идентично обычной сере, не может быть никаких сомнений, поскольку при более сильном нагревании оно снова становится бесцветной прозрачной жидкостью, которая, будучи брошенной в воду, принимает форму хрупкой желтой серы.

Эти новые расположения атомов того же типа показывают, что неизменность материи не лишена исключений.

Животный мир - это огромный резервуар фосфора, простого вещества, которое никогда не встречается в несвязанном виде. Он редко встречается в растительном царстве и еще реже в минеральном, но в изобилии может быть получен из кальцинированных костей. В чистом виде он бесцветный, прозрачный, твердый, чрезвычайно ядовитый и настолько легковоспламеняющийся, что его необходимо хранить в воде. В воздухе он постоянно горит с кислородом, при этом образуется озон. При сгорании в потоке воздуха фосфор оставляет осадок, состоящий из двух веществ, одно из которых представляет собой кислоту, другое - красный аллотропный фосфор, который широко использовался при изготовлении спичек lucifer, потому что его пары не вредны, и потому что он воспламеняется легче, чем обычный фосфор, до которого он превращается под действием тепла или трения, выделяющего тепло.

Кремний - простое вещество, его никогда не находят в одиночку, но когда сорок восемь его частей соединяются с пятьюдесятью двумя частями газообразного кислорода, образуется горный хрусталь, чистейшая форма кремнезема или кварца. Кремнезем настолько распространен, что, можно сказать, составляет основу минерального мира. Песок на морском берегу, представляющий собой обломки кварцевых пород, показывает, насколько повсеместно он преобладает. Он в изобилии встречается даже в растительном царстве, придавая силу стеблям и листьям трав, и может ощущаться в жесткости бород пшеницы и ячменя. Кремний существует в трех различных состояниях — аморфном, которое не имеет формы; графическом, которое принимает форму маленьких шестиугольных пластинок; и в виде октоэдрического кремния: следовательно, это вещество диморфное.

Между кремнием и углеродом прослеживается удивительная аналогия: аморфная форма кремния соответствует древесному углю, графическая форма кремния соответствует графической форме углерода, а октоэдрическая форма кремния - алмазу; однако химические связи между двумя веществами очень малы.

До сих пор считалось, что диоксид кремния нерастворим в чистой воде; по крайней мере, М. Бишофф утверждает, что только одна часть диоксида кремния растворяется в 769 230 частях воды; но с помощью метода, который будет объяснен ниже, профессор Грэм фактически получил прозрачный раствор диоксида кремния в чистой воде.

Бор входит в состав борной кислоты, природного производства в Тибете и Монте-Корбало в Тоскане. Это зеленовато-коричневое твердое вещество, нерастворимое в воде, но при нагревании примерно до 600 ° оно горит ярким пламенем на открытом воздухе.

Фтор входит в состав очень красивого минерала, хорошо известного как плавиковый шпат, который содержится в виде кубических кристаллов зеленого, желтого или фиолетового цвета. Плавиковая кислота, полученная химическим путем из минерала, обладает высокой летучестью и чрезвычайно агрессивна.

Три простых неметаллических вещества, хлор, бром и йод, связаны самыми замечательными аналогиями. Это морские продукты, поскольку хлор получают из обычной морской соли и в большей чистоте из каменной соли, которые представляют собой соединения хлора и металлического натрия. Когда морская вода выпаривается, остаются соль и вещество, называемое горечью, которое содержит соль, из которой выделяется бром.

Опять же, когда ламинария, зола сожженных морских водорослей, очищается от карбоната соды и хлорида калия, остается соль, представляющая собой йодид калия, из которого получают йод. Йод также содержится в губках, устрицах и других морских обитателях, а также в некоторых минеральных источниках, иногда в сочетании с серебром. Эти три элементарных тела имеют небольшое сродство друг к другу, но они мощно сочетаются с другими субстанциями.

Хлор представляет собой желтовато-зеленый газ, в два раза тяжелее атмосферного воздуха, с ядовитым удушливым запахом и вяжущим вкусом. Он обладает мощным отбеливающим свойством и в сочетании с водой, которая поглощает вдвое больший объем газа, используется для отбеливания белья, в ситцевом ткачестве и других видах искусства. Прозрачный раствор хлористой извести все чаще используется для тех же целей, а также в качестве противоядия от инфекций и неприятных запахов. Углерод не горит в газообразном хлоре, но он способен поддерживать горение, поскольку в нем самопроизвольно загораются скипидарное масло, фосфор, тонкие пластинки олова и меди и порошкообразная сурьма. Этот газ проявляет свою силу выделением сильного тепла, но не ярким светом, потому что в результате его сгорания образуются в основном пары или такие газы, которые обладают слабой светоотдачей; таким образом, хлор существенно отличается от кислорода в явлениях горения. М-р Фарадей, однако, отмечает, что отбеливающий порошок аналогичен озону в том, что он находится в промежуточном состоянии, поскольку хлор вреден и сильно разрушителен как газ, совершенно безвреден и находится в состоянии покоя в обычной соли и в других ее природных сочетаниях, в то время как в отбеливающих веществах его энергия подавлена искусством, что делает его важным агентом в различных производствах.

К счастью, хлор никогда не встречается в свободном виде; но в комбинированном состоянии он содержится в огромных количествах в соли океана, в соленых озерах, соляных источниках и в обширных залежах каменной соли, а также в органических жидкостях. Он обладает сильным сродством к водороду и образует соляную кислоту. Смесь этих двух газов остается неактивной в темноте, но взрывается при солнечном свете.

Химическими средствами хлор соединяется с кислородом так, что образуются четыре вещества, два из которых представляют собой газы с таким неустойчивым равновесием и слабым сродством, что малейшая причина вызывает их сильную детонацию; два других более стабильны, хотя и содержат большее количество кислорода. Единственная комбинация хлора с азотом является самым мощным и опасным известным взрывчатым веществом. Хлор естественным образом соединяется с серой и металлами, образуя руды.

Обычная соль представляет собой замечательный пример изменения объема в результате химического соединения. Двадцать четыре части соли по объему содержат $20 \cdot 7$ частей натрия и $23 \cdot 3$ части жидкого хлора; следовательно, при химическом соединении объем 44 сжимается до объема 24, но такое большое сжатие соответствует идеальной прозрачности, кристаллизованная соль совершенно прозрачна для света, и в большей степени в отношении теплового излучения, чем любое другое вещество. Таким образом, химическое сродство делает то, чего не смогла бы достичь никакая механическая сила.

При обычной температуре и барометрическом давлении бром представляет собой оранжево-красную, чрезвычайно летучую жидкость, которая застывает и становится хрупкой при температуре немного ниже нуля на термометре по Фаренгейту, а при соединении с водой при такой степени холода кристаллизуется в восьмигранные кристаллы, которые остаются постоянными даже при 50° по Фаренгейту. Бром очень ядовит, разъедает кожу, имеет неприятный вкус и запах, похожий на запах хлора, но более резкий и вредный. Он обладает мощным отбеливающим свойством, не проводит электричество и, подобно хлору, не горит в своем газе, хотя самопроизвольно воспламеняет фосфор и некоторые металлы. Рассуждая по аналогии, профессор Шенбейн считает, что хлор и бром не являются простыми веществами; он считает их озонидами, аналогичными перекисям марганца, свинца и др. Он считает, что хлор является перекисью мурия, а бром - перекисью брома. Эксперименты профессора Тиндаля по поглощению и излучению газов показывают, что действие этих двух веществ сильно отличается от действия простых газов.

Йод представляет собой твердое вещество темно-фиолетового цвета, кристаллизующееся в виде чешуек или удлиненных восьмигранных пластинок. Он медленно испаряется при обычных температурах и при температуре 350° по Фаренгейту. Он улетучивается, образуя газ красивого фиолетового цвета, который превращает крахмал в ярко-синий, и по этой причине в небольшом количестве крахмала можно обнаружить миллионную долю йода в составе. Йод слабо растворим в воде, имеет острый едкий вкус, и хотя используется в медицине, он ядовит при приеме в больших дозах. Его отбеливающие свойства уступают свойствам его аналогов, но его химическое сочетание те же. С водородом он образует очень взрывоопасное соединение, которое детонирует при малейшем давлении.

Эти три простых вещества аналогичны почти во всех отношениях. Все они обладают отбеливающим свойством, многие из их соединений чрезвычайно взрывоопасны, горючие вещества не сгорают в их газах, в то время как их газы самопроизвольно воспламеняют

вещества, которые обычно считаются негорючими. Следовательно, хотя они и не являются горючими, они поддерживают горение, но совершенно иным образом, чем кислород. Хлор и газы брома и йода, разбавленные обычным воздухом, не пропускают синий и фиолетовый свет; иными словами, спектр солнечного луча, проходящего через них, лишен его наиболее преломляемых цветных лучей, а то, что остается, пересекается более чем сотней равноудаленных темных линий; однако их спектральные свойства будут приведены ниже. Они напоминают кислород в одном отношении — когда электрический ток непрерывно пропускают через стеклянную трубку, заполненную любым из этих трех газов, значительно ослабленных, они медленно соединяются с платиновым проводом отрицательного полюса батареи, вставленной в трубку. Электричество постепенно проходит в уменьшенном количестве и, наконец, совсем прекращается, показывая, что для его проведения необходима материя, какой бы разреженной она ни была.

Согласно экспериментам М. Дюма, летучесть соединения обратно пропорциональна степени конденсации составляющих его веществ, и простые тела подчиняются тому же закону. Например, хлор более летуч, чем бром, а бром более летуч, чем йод; следовательно, согласно этому закону, хлор наименее плотный из трех, бром промежуточный, а йод наиболее плотный, что на самом деле так и есть: поскольку хлор представляет собой газ, бром - жидкость, а йод - твердое вещество при обычных температурах, что доказывает наличие последовательности в интенсивности сил сцепления в этой триаде.

РАЗДЕЛ II.

О СИЛЕ И ОТНОШЕНИЯХ МЕЖДУ СИЛОЙ И МАТЕРИЕЙ.

Сила известна нам только как проявление божественной силы, которая не может быть ни создана, ни уничтожена. Запас силы или энергии в природе постоянно меняет форму своего действия, а его количество - никогда. Она может быть рассеяна в различных направлениях и подразделена так, что становится недолговечной для нашего восприятия; она может быть сбалансирована так, что находится в состоянии покоя, или она может стать потенциальной, как при статическом электричестве; но в тот момент, когда препятствие устранено, сила проявляется в движении. Какую бы форму ни принимала сила, она неизменно имеет компенсацию или эквивалент, будь то на небесах или на земле. Общая сумма живых сил, *vis viva*, или действительной энергии планет остается неизменной каждый раз, когда они возвращаются в одни и те же относительные положения друг относительно друга, на свои орбиты и в пространство, какими бы ни были их скорости или взаимные возмущения. В океане энергия, с помощью которой 25 000 кубических миль воды обтекают четверть земного шара за шесть часов, в точности равна силе или энергии, которая заставляет ее убывать в течение последующих шести часов. Тело приобретает тепло в той точной пропорции, в какой соседние вещества становятся холодными; и когда тепло поглощается телом, оно превращается в расширяющуюся энергию за счет окружающих его веществ, которые сжимаются. Химическое

воздействие на расстоянии многих миль от электромагнита, как в телеграфе, совершенно эквивалентно доминирующему химическому воздействию в батарее. Два электричества, положительное и отрицательное, вырабатываются в равных пропорциях, которые могут быть объединены таким образом, чтобы произвести множество изменений в их соответствующих соотношениях, однако сумма энергии одного вида никогда не может ни в малейшей степени превышать сумму другого.

Механическая энергия машин или рабочая мощность исчерпывается самим процессом работы и не может быть восстановлена иначе, как под действием других сил. В часовом механизме гиря должна опускаться, чтобы привести в движение колесо, а когда гиря опускается, запас энергии заканчивается, и может быть восстановлен только путем поднятия гири за счет расхода энергии в руке человека, а расход энергии человека должен быть восстановлен едой и отдыхом. Тепло, выделяемое телами людей и животных, восстанавливается за счет сгорания кислорода, вдыхаемого при дыхании, и углерода, содержащегося в пище, а свет и тепло, выделяемые при сгорании топлива, будь то уголь или древесина, компенсируются светом и теплом солнца, запасенными в живых растениях. Именно этот эквивалент силы или энергии, преобладающий во всех областях природы, составляет универсальный и неизменный закон сохранения энергии, принцип в физике столь же масштабный и надежный, как принцип неуничтожимости материи или неизменности силы тяжести. Не следует принимать ни одну гипотезу, ни любое утверждение факта, которое опровергает этот принцип. Ни одна точка зрения не должна быть непоследовательной или несовместимой с ним. Многие из наших гипотез при нынешнем состоянии науки могут не понимать этого и могут быть неспособны предположить его последствия, но ни одна из них не должна выступать против него.^[1] Таким образом, "во вселенной существует определенный запас энергии, и каждое естественное изменение или техническая работа производятся только частью этого запаса, сам запас вечен и неизменяем".^[2]

Когезия - это сила, действующая на незначительно малых расстояниях, которая объединяет атомы и молекулы одного и того же вида в твердые тела, жидкости и воздухообразные жидкости в точном соответствии с законом сохранения энергии; ибо для разрушения их соединения требуется такое же количество силы, как и для его образования. Сцепление меняется в зависимости от температуры как в простых, так и в составных телах, поскольку металлы могут плавиться и испаряться с помощью искусственного нагрева, а лед превращается в воду и водяной пар при смене времен года с зимы на лето.

В твердых телах сила сцепления настолько велика, что их атомы и молекулы всегда сохраняют свои соответствующие места; в жидкостях эта сила настолько слаба, что их атомы и молекулы способны перемещаться между собой, а в газах и эфирной среде атомы свободны и вообще не имеют сцепления. Сопротивление, оказываемое веществами сжатию, является равной и противоположной силой.

Взаимное притяжение между твердыми телами и жидкостями в капиллярных трубках является примером когезии. Если стеклянную трубочку с очень мелким отверстием опустить в стакан с водой или спиртом, жидкость в трубке немедленно поднимется выше уровня жидкости в чашке, и поверхность маленького подвешенного столбика будет представлять собой полулю полусферу. Если, наоборот, ртуть будет жидкой, она не будет подниматься так высоко в стеклянной трубке, и поверхность маленького столбика будет представлять собой выпуклую полусферу. Существует

взаимное притяжение между стеклянной трубкой и жидкостью, а другое - между частицами самой жидкости; и эффект создается разницей между ними. В первом случае притяжение стекла больше, чем притяжение жидкости, а во втором оно меньше; следовательно, вода поднимается в трубке выше, чем ртуть, и ее поверхность вогнутая, в то время как поверхность ртути выпуклая. Высота или понижение уровня одной и той же жидкости в разных трубках из одного и того же материала обратно пропорциональны их внутренним диаметрам и совершенно не зависят от их толщины; отсюда следует, что молекулярное воздействие незаметно на разумных расстояниях, ибо, когда трубки с одинаковым отверстием смачиваются водой по всей их протяженности, ртуть будет подниматься на одинаковую высоту во всех них, независимо от их толщины или плотности, причем пленки воды достаточно, чтобы перехватывать молекулярное воздействие и заполнять место трубки за счет собственного капиллярного притяжения. Действие этой силы ежедневно проявляется в поглощении воды губками, сахаром, солью и другими пористыми телами, и это наиболее важный фактор в циркуляции жидкостей у животных и овощей.

Каждый атом вещества подвержен действию силы притяжения, но каждое вещество имеет свой собственный особый вес, то есть одна и та же масса различных веществ содержит разное количество вещества. Поскольку об абсолютном весе ничего не известно, необходимо иметь какой-то эталон для сравнения, а для этой цели чистую воду температурой 39° по Фаренгейту. (значение его максимальной плотности) выбирается для твердых веществ и жидкостей; в то время как для газов и паров за единицу удельного веса принимается атмосферный воздух с температурой шестьдесят градусов по Фаренгейту и барометрическим давлением тридцать дюймов.

Фут-фунт, который является единицей механической силы, установленной мистером Джоулем, - это сила, которая подняла бы один фунт вещества на высоту одного фута; или это импульс или сила, создаваемая телом весом в один фунт, падающим под действием силы тяжести на высоту одного фута. Итак, импульс, или *vis viva*, равен массе тела, умноженной на квадрат скорости, с которой оно движется: это истинная мера работы, или механического труда. Ибо, если поднять груз на десять футов, потребуется в четыре раза больше труда, чтобы поднять такой же груз на сорок футов. Если позволить обоим этим грузам свободно падать под действием силы тяжести, то в конце их падения их скорости будут равны одному к двум, то есть квадратному корню из их высоты, но произведенный эффект будет равен их массе, умноженной на единицу и четыре; но это квадраты их скоростей. Следовательно, импульс, или *vis viva*, равен массе, умноженной на квадрат скорости. Таким образом, импульс является истинной мерой труда, затраченного на подъем гирь, и эффекта от их опускания, и полностью не зависит от времени.

Хорошо известно, что железо раскаляется докрасна при ударе или толчке. Атомы железа приходят в вибрацию, и эти мельчайшие движения, передаваемые нервам, вызывают ощущение тепла. Итак, механический труд, необходимый для подъема молотка на любое количество футов, равен весу молотка, умноженному на это количество футов; но импульс или механический эффект падения молотка равен его массе, умноженной на квадрат скорости, то есть на *vis viva*: следовательно, количество выделяемого тепла пропорционально *vis viva*. При тех же обстоятельствах, если масса увеличивается вдвое, количество тепла увеличивается вдвое; а если скорость увеличивается вдвое, количество тепла увеличивается вчетверо. Если известны вес и перпендикулярная высота, на которую упало тело, то можно определить

количество выделяемого тепла. Одно и то же количество тепла вырабатывается под действием одной и той же силы, какой бы эта сила ни была, будь то импульс, трение или любая другая.

Доктор Томсон высказал убедительную точку зрения на количество тепла, которое может выделяться при ударе или толчке. Он вычислил, что если бы в результате какого-либо внезапного толчка земля была остановлена на своей орбите, тепло, выделяемое импульсом, было бы равно 11 200 градусам по Цельсию на термометре, даже если бы способность нашей планеты выделять тепло была такой же низкой, как у воды; следовательно, оно в основном превратилось бы в пар, и если бы земля затем упала на солнце, что, несомненно, произошло бы, количество тепла, выделяемого при ударе о солнце, было бы в 400 раз больше.

Предполагается даже, что свет и тепло солнца возникают из-за потоков тел, падающих на поверхность с силой, пропорциональной его притяжению, поскольку, если бы он находился в состоянии горения, он бы сгорел давным-давно. Массы метеоритного железа и камня, которые время от времени падают на землю, показывают, что материя, возможно, блуждает в космосе; обширная зона меньших тел, которые в своих ежегодных обращениях вокруг Солнца попадают под притяжение Земли в августе и ноябре, когда тысячи из них загораются и сгорают при входе в нашу атмосферу, показывают, что в нашей собственной системе существует огромное количество материи небольших размеров. За его пределами может находиться многое из того, что, притягиваемое солнечным притяжением, может упасть на его поверхность.

Когда тело нагревается, оно поглощает одну часть тепла; другая часть повышает его температуру. Поглощенная часть увеличивает объем тела, причем расширение является точной мерой или механическим эквивалентом поглощенного тепла. Фактически коэффициент расширения - это дробная часть расширения в длину, поверхность или объем тела при повышении его температуры на один градус. Когда тело охлаждается, его объем уменьшается, и тогда сжатие является точной мерой или механическим эквивалентом выделяемого тепла, и, таким образом, расширение и сжатие коррелируют с теплом и холодом и представляют их.

Удельная теплоемкость - это количество тепла, необходимое для поднятия заданного объема или заданного веса тела на заданное количество градусов. В одном случае он определяется как удельная теплоемкость для постоянного объема, в другом - для постоянного веса.

Хотя удельная теплоемкость вещества остается неизменной, его воспринимаемое и поглощаемое тепло может в значительной степени изменяться взаимно.

Поскольку не может быть прямого измерения тепла, независимого от материи, его мутации и воздействие на материю являются единственным средством, которым мы располагаем для формирования нашего суждения о его роли в материальном мире.

Мистер Джоуль доказал, что количество тепла, необходимое для повышения температуры фунта воды на один градус по Цельсию на термометре, эквивалентно механической работе или силе, которая подняла бы ту же массу воды на высоту 1389 футов. Это единица измерения, или механический эквивалент тепла.

Фактически, на каждую единицу силы, затраченную на удар, трение или поднятие груза, выделяется определенное количество тепла; и наоборот, когда работа выполняется за счет потребления тепла, на каждую полученную единицу силы исчезает единица тепла. Поскольку тепло является динамической силой механического воздействия, между механической работой и теплом должна быть эквивалентность, как между причиной и следствием. Эта

эквивалентность является законом природы. Механическая сила, создаваемая паровой машиной, точно пропорциональна потреблению тепла, ни больше, ни меньше; ибо если бы мы могли производить большее количество тепла, чем его эквивалент, мы получили бы вечный двигатель, что невозможно. Когда для выполнения какой-либо работы используется пар, температура пара понижается; исчезающее тепло преобразуется в силу, которая выполняет работу, и точно пропорциональна проделанной работе, и наоборот.

Тепло, которое является движущей силой в паровом двигателе, возникает из-за химического соединения углерода топлива с кислородом атмосферы. Фунт угля весом при использовании в одной из наших лучших паровых машин производит эффект, равный поднятию груза весом в миллион фунтов на фут в высоту, и все же, каким бы удивительным это ни было, исследования последних лет продемонстрировали тот факт, что механическая энергия, заключенная в фунте угля и высвобождаемая при его сгорании, способна поднять на ту же высоту в десять раз больший вес.^[3] Считается, что количество угля, имеющегося во всем земном шаре, неисчерпаемо, следовательно, запасы энергии неисчислимы. Химическая энергия, постоянно и реально вырабатываемая в великой лаборатории природы, больше той, которая поддерживает планеты на их орбитах.

Акт соединения атомов углерода и кислорода при сгорании "теперь рассматривается точно так же, как мы рассматриваем столкновение падающего груза с землей, и выделяющееся в обоих случаях тепло можно отнести к одной и той же причине";^[4] таким образом, химическое соединение при сгорании является лишь частным случаем падающих тел. Свет Драммонда, самое яркое искусственное освещение, создается одновременным потоком атомов кислорода и газообразного водорода на известь; а платина, наименее легкоплавкий из металлов, испаряется подобным потоком из кислородно-водородной паяльной трубки, и, таким образом, импульс генерирует как свет, так и тепло, ибо, хотя атомы слишком малы, чтобы можно было оценить их индивидуальную видимость, не может быть сомнений в том, что сходные причины производят сходные следствия.

Каким образом или в какой форме магнетизм и электричество существуют в неподвижном состоянии в материи, мы не знаем, но стрелки компаса показывают, что многочисленные силовые магнитные линии, подверженные периодическим и вековым изменениям, постоянно пересекают землю и океан; и что волны магнитной силы время от времени быстро проносятся по большим участкам земного шара. Эти явления, по-видимому, находятся в какой-то периодической связи с солнечными пятнами. Профессор Ламонт из Мюнхена обнаружил, что постоянный и регулярный электрический ток распространяется параллельно экватору по всей земле, а другой подобный ему - в атмосфере. Кроме того, на поверхности земли существуют электрические токи, иногда в одном направлении, иногда в другом, которые уменьшаются с глубиной; и М. Ламонт полагает, что эта электрическая система является причиной земного магнетизма. Электричество огромной мощности и в незначительном количестве, безусловно, существует в состоянии покоя в атмосфере и во всей земной материи до тех пор, пока равновесие между противоположными силами не будет нарушено, и тогда оно прорывается с ужасающей силой во вспышке молнии и оглушительном раскате грома. Поскольку для образования одной капли воды требуется электричество, эквивалентное тому, которое вырабатывается во время грозы, какой же силой обладал Всемогуший, когда создавал ту бездну, над ликом которой "нависла тьма".

Электричество, хотя и является самой мощной силой в природе, становится доступным человеку благодаря вольтовой батарее и устройству электромагнитной индукции, в батарее которого оно вырабатывается в результате химического воздействия разбавленной серной кислоты на цинк. Произведенное таким образом положительное и отрицательное электричество проходит в противоположных направлениях по двум проводящим проводам машины путем непрерывной передачи силы или вибрации от атома к атому, циркуляции, которая сопровождается постоянным выделением тепла при преодолении сопротивления, с которым оно сталкивается в проводах. Электричество уменьшается по мере увеличения тепла, и наоборот; действие является взаимным. Таким образом, электричество - это просто передача силы. Мистер Джоуль доказал, что количество тепла, производимого в единицу времени, пропорционально силе тока, каким бы ни было его направление, и что его способность преодолевать сопротивление равно квадрату силы тока. Сила в точности пропорциональна химическому воздействию, которое ее вызывает, и измеряется количеством цинка, израсходованного в батарее. Таким образом, химическое воздействие производит электричество, и наоборот, электричество является мощным фактором в химическом составе и разложении вещества.

Свет и тепло электрической искры интенсивны, хотя и мгновенны; но мощный индукционный аппарат, подобный аппарату Рум-Корффа, выдает настолько быструю последовательность искр, что свет и тепло ощутимо непрерывны и имеют большую интенсивность. Свет и тепло, мощные, как сама молния, вырабатываются за счет суммарного тока двух батарей, каждая из которых состоит из пятидесяти элементов Бунзена среднего размера. Этот мощный объединенный ток проходит по цепи из толстой медной проволоки, покрытой шелковой нитью, с интенсивностью постоянно обновляющегося тепла, которому не может противостоять ни одно вещество. Когда медные токопроводящие провода снабжены угольными клеммами и подведены близко друг к другу, ослепительные огни, исходящие от каждого полюса, сливаются в одно пламя невыносимой яркости. Наиболее тугоплавкие вещества - диоксид кремния, оксид алюминия, железо и платина - при помещении между полюсами немедленно плавятся, как воск, и улетучиваются. Древесный уголь является настолько хорошим проводником электричества, что, когда клеммы соприкасаются, они замыкают цепь, и при этом не появляется ни света, ни тепла. Воздух и стекло не являются проводниками, однако искра прошла через несколько дюймов воздуха и пробилла стеклянную массу толщиной в два дюйма. Длинная электрическая искра объединяет или разлагает большее количество газа или пара, чем короткая, и для данного индукционного устройства и индукционного тока М. Перро показал, что существует длина искры, соответствующая максимальному химическому действию.

Профессор Зеебек из Берлина обнаружил, что электрические токи возникают при частичном приложении тепла к цепи, образованной из двух твердых проводящих веществ, таких как сурьма и висмут, спаянных вместе, — еще одно доказательство взаимосвязи тепла и электричества.

Не может быть сомнения в том, что атомы проводящего провода находятся в движении и что они последовательно занимают определенные и кратковременные положения во время прохождения электрического тока, после чего они последовательно возвращаются в свое нормальное состояние. Когда электричество неизменно посылается от одного и того же полюса индуктивного устройства по телеграфному проводу, за очень короткое время провод разрывается или разделяется на небольшие участки, которые разрушают его непрерывность;

но когда электричество посылается от каждого полюса поочередно, проводящий провод не повреждается. Поскольку каждый атом проволоки обладает своим собственным электричеством, это, по-видимому, указывает на то, что во время последовательных пропусканий одного и того же вида электричества полюс каждого отдельного атома притягивается все больше и больше в одном и том же направлении, пока, наконец, они больше не возвращаются в свое нормальное состояние, сила сцепления преодолевается и происходит разрыв, тем более легко, если в проволоке есть какие-либо дефекты. Поскольку электричество от другого полюса машины будет иметь тот же эффект, но в противоположном направлении, попеременное движение атомов должно поддерживать непрерывность провода.

Замкнутый электрический или магнетический ток сопровождается одновременным током противоположной силы в тангенциальном направлении, равным по качеству и интенсивности. Таким образом, электрический и магнитные токи, которые являются просто передачей энергии, различаются тем, что движутся под прямым углом друг к другу; их эффекты схожи, но они не идентичны.

Степень химического воздействия света была определена профессором Роско как прямо пропорциональная интенсивности света; а при постоянном освещении степень воздействия точно пропорциональна времени воздействия. Похоже, что равные объемы хлора и водорода взрываются на солнце, но медленно соединяются в тени; и поскольку объединенные газы поглощаются водой сразу же после соединения, постепенное уменьшение объема смешанных газов во время поглощения является мерой степени воздействия света.

Профессор У.М. Томсон вычислил с помощью данных Пулле о солнечном излучении и механического эквивалента тепла м-ра Джоуля, что механическая величина всей энергии, активной и потенциальной, возмущений, создаваемых эфирной средой вибрациями солнечного света в кубической миле нашей атмосферы, равна 12 050 единицам механической силы, то есть в двенадцать тысяч пятьдесят раз больше силы, которая подняла бы вещество весом в фунт на высоту одного фута. Ощутимая высота атмосферы составляет около сорока миль, откуда можно составить некоторое представление об огромной силе, создаваемой солнечным светом в пределах земной атмосферы. Зеленая мантия, покрывающая землю, в прекрасной форме доказывает влияние света на органический мир.

Было доказано, что при *любой заданной* фиксированной температуре количество поглощаемого света и тепла и то, что излучается, остается постоянным для *всех тел*. Чем больше поглощаемое количество, тем больше излучаемое количество. Молекулы или атомы тел в силу закона резонанса испускают те эфирные волнообразные движения, которые были ранее запечатлены в них, подобно тому, как музыкальный инструмент звучит в ответ на запечатленную в нем ноту. Все это можно отнести к молекулярному или атомному движению, поскольку при поглощении колебания эфира передаются атомам, а при излучении вибрации снова возвращаются в эфир. Этот принцип известен как закон обмена.^[5]

Материя обладает способностью разлагаться и выбирать как излучаемый свет, так и тепло; большинство окрашенных тел, таких как цветы, зеленые листья, крашеная ткань и т. Д., Хотя и видны при отражении, своим цветом обязаны поглощению. Свет, при котором они видны, отражается, но выбор лучей производится не в отражении, из-за чего объекты кажутся цветными. Когда свет падает на красную ткань, небольшая часть отражается на внешних поверхностях волокон, и эта часть, если бы ее можно было наблюдать отдельно, оказалась бы

бесцветной. Большая часть света проникает в волокна, когда он сразу же начинает подвергаться поглощению со стороны красящего вещества. При достижении второй поверхности волокна часть отражается, а часть проходит дальше, чтобы впоследствии отразиться от волокон, залегающих более глубоко, или быть поглощенной ими. При каждом отражении различные виды света отражаются, насколько это возможно, в одинаковой пропорции, но при прохождении по волокнам во время движения и возвращения они испытывают очень неодинаковое поглощение со стороны окрашивающего вещества; так что в совокупности воспринимаемого света различные компоненты белого света присутствуют в пропорциях, сильно отличающихся от тех, которые они имеют по отношению друг к другу в самом белом свете, и в результате получается яркая окраска.

Однако в некоторых веществах, таких как золото и медь, различные компоненты белого света отражаются с разной степенью интенсивности, и свет становится окрашенным за счет этих отражений. Золото становится желтым из-за отражения; красная ткань становится красной из-за поглощения. В том же смысле, с физической точки зрения, в каком красная ткань является красной, золото не желтое, а синее или зеленое; таков фактически цвет золота при пропускании через сусальное золото, и поэтому золото становится зеленовато-голубым при поглощении. В этом случае мы видим, что, хотя вещество обильно отражает и интенсивно поглощает лучи всех видов, оно более обильно отражает менее преломляемые лучи, по отношению к которым оно более непрозрачно. Как правило, поглощение и излучение не зависят от цвета.

Существует огромное разнообразие свойств, которыми обладают вещества в отношении передачи лучистого света и тепла; стекло, например, хорошо пропускает свет, но непроницаемо для тепла от несветящихся источников; в то время как другие вещества, совершенно непрозрачные для света, хорошо передают тепло, например бисульфид углерода, который из всех жидкостей является наиболее диатермичным, в то время как вода во всех ее формах почти непроницаема для тепла.

Сэр Уильям Гершель обнаружил, что невидимые лучи высокой нагревательной мощности существуют за пределами красного конца солнечного спектра, а м-р Тиндаль показал, что причина, по которой вещество непроницаемо для света самого яркого пламени и в то же время проницаемо для этих дополнительных красных лучей, заключается в том, что перехваченные лучи света - это те, периоды повторяемости которых совпадают с периодами колебаний, возможными для атомов рассматриваемого вещества. Упругие силы, разделяющие эти атомы, таковы, что заставляют их вибрировать с определенными периодами, и когда их периоды синхронизируются с периодами эфирных волн, последние поглощаются. Таким образом, прозрачность в жидкостях, так же как и в газах, является синонимом *диссонанса*, в то время как непрозрачность является синонимом *соответствия* между периодами волн эфира и периодами тела, на которое они падают. Все обычные прозрачные и бесцветные вещества обязаны своей прозрачностью несоответствию, которое существует между периодами колебаний их молекул и периодами колебаний волн всего видимого спектра. Общий диссонанс периодов колебаний молекул *составных тел* со светоизлучающими волнами спектра может быть выведен из преобладания свойства прозрачности в соединениях, в то время как их большая гармония с дополнительными красными периодами должна быть выведена из их непрозрачности для дополнительных красных лучей. Вода иллюстрирует эту прозрачность самым поразительным образом. Она очень прозрачна для световых лучей, что демонстрирует неспособность ее молекул совершать колебания с периодами, которые возбуждают зрение. Он

также очень непрозрачен для дополнительных красных колебаний, что доказывает синхронность его периодов с более длинными волнами. Таким образом, если для излучения из какого-либо источника вода оказывается чрезвычайно или совершенно непрозрачной, это является доказательством того, что молекулы, от которых исходит излучение, должны колебаться с дополнительными красными периодами.

Уже упоминалось, что многие вещества, которые свободно передают лучистое тепло, плохо излучают, и наоборот. Каменная соль чрезвычайно проницаема для лучистого тепла, но излучает слабо; причина, согласно м-ру Тиндалю, заключается в том, что движение молекул соли, вместо того чтобы расходоваться на эфир между ними и затем передаваться эфиру, внешнему по отношению к массе, свободно передается от молекулы к молекуле.

С квасцами все в точности наоборот. М-р Бальфур Стюарт доказал, что квасцы являются превосходным излучателем, а м-р Тиндалл доказал, что они являются очень плохим проводником, свободно и с легкостью передавая движение своих молекул внешнему эфиру, и 'именно по этой причине им трудно передавать движение от молекулы к молекуле. Молекулы устроены так, что, когда одна из них приближается к своей соседке, в промежуточном эфире возникает вздутие; это движение немедленно передается внешнему эфиру и, таким образом, теряется для целей проводимости".^[6]

Меллони исследовал законы излучения и поглощения лучистого тепла твердыми и жидкими веществами; но его излучение и поглощение газами и парами было неизвестно до экспериментов мистера Тиндаля.

Использованное устройство представляло собой горизонтальную латунную трубку длиной четыре фута, диаметром от двух до трех дюймов, отполированную изнутри и герметично закрытую с каждого конца пластинами из каменной соли, которая передает больше тепла, чем любое другое вещество. Воздух мог откачиваться из трубки по одной трубе, а газ или пар для эксперимента вводился по другой. Рядом с одним концом латунной трубки находился термоэлектрический накопитель, соединенный с его угломером. С каждой стороны этого устройства находилось по сосуду с водой, поддерживаемой при температуре кипения. Эти два сосуда были расположены таким образом, что, когда тепловые лучи от одного из них проходили через вытяжную трубку и падали на одну сторону термоэлектрической батареи, их действие нейтрализовывалось или уравнивалось тепловыми лучами, падающими на противоположную сторону батареи от другой, таким образом, стрелка угломера постоянно удерживалась на нуле, и ее отклонение немедленно показывало поглощающий эффект, производимый любым газом или паром, который поступал в вытяжную трубку.

Поскольку водяной пар обладает очень высокой абсорбирующей способностью, газ или пар предварительно высушивали до определения его абсорбирующей способности. Для этой цели трубка, по которой газ вводился в латунную экспериментальную пробирку, была сконструирована таким образом, что газ должен был сначала проходить по кусочкам пемзы, смоченным сильной серной кислотой, которая поглощала влагу и высушивала ее. Обычный атмосферный воздух, однако, был высушен не только таким образом, но и был лишен углекислоты путем пропускания едкого поташа, и были приняты многие другие меры предосторожности, чтобы предотвратить возможность ошибки.

При обычном атмосферном давлении, когда экспериментальная трубка была опорожнена, стрелка гониометра стояла на нуле, но как только в трубку был введен чистый сухой атмосферный воздух, его поглощение привело к перемещению стрелки от нуля до 1° .

Трубка снова была опорожнена; стрелка стояла на нуле, но была отклонена от нуля до 1° , как только трубка наполнилась кислородом. Аналогичный эксперимент был проведен с азотом и водородом с тем же результатом. Таким образом, сухой воздух и элементарные газы, кислород, азот и водород, обладают одинаковой поглощающей способностью, и, следовательно, все они отклоняют стрелку угломера на один градус. Общее количество лучистого тепла, прошедшего через выпускную трубку, привело к отклонению иглы на $71^\circ 5'$. Следовательно, принимая за единицу тепла величину, которая могла бы отклонить иглу на один градус, количество единиц, выраженное $71^\circ 5'$, равно 308, следовательно, поглощение каждого из этих четырех газов составляет $\frac{100}{308}$ или 0.3%. Самые тщательные тесты не могли показать никакой разницы между тремя первыми, но у профессора Тиндаля были основания полагать, что водород обладает наименьшей поглощающей способностью из всех газов и паров, хотя он и не мог выразить ее количество. Поглощающая способность всех четырех веществ намного меньше, чем у любого другого газа или пара, и стрелка неизменно отклоняется на 1° , который, таким образом, становится единицей сравнения.

Олефиновый газ, наиболее светящийся из составляющих угольного газа, обладает самой высокой поглощающей способностью среди постоянных газов. При подаче в выпускную трубку стрелка гониометра отклонялась от 0° до $70^\circ 3'$, что эквивалентно 290 единицам. Все тепло, прошедшее через выпускную трубу до впуска газа, привело к отклонению на 75° , или 360 единиц, следовательно, более чем на $\frac{7}{10}$ тыс., или 81%. большая часть тепла была перекрыта олефиновым газом. Такая непрозрачность при нагревании в столь прозрачном газе просто изумительна. Электрический ток был направлен на открытый воздух между термоэлектрической батареей и одним из источников тепла, и хотя он был совершенно невидим, он мгновенно отклонил стрелку угломера с 0° до 41° .

Чтобы установить связь между плотностью газа и количеством отводимого или поглощенного тепла, к воздушному насосу был прикреплен обычный ртутный датчик. Пробирка была опорожнена, и стрелка угломера стояла на нуле. Затем из градуированного стеклянного сосуда порции олефинового газа, каждая из которых составляла $\frac{1}{50}$ тысячных долей кубического дюйма, последовательно направлялись по сушильной трубе в выпускную трубку. Количество поглощенного тепла и разрежение ртутного столба, соответствующие каждой введенной порции газа, регистрировались от одного до пятнадцати измерений. Этот эксперимент показал, что для очень малых количеств газа поглощение в точности пропорционально плотности или натяжению. Только одна порция газа привела к понижению ртутного столба, составляющему $\frac{1}{367}$ -ю часть дюйма, или около $\frac{1}{15}$ -й миллиметра.

Во многих парах летучих жидкостей предыдущий закон действует только до определенной величины давления, различающейся в каждом конкретном случае, после чего увеличение напряжения приводит к уменьшению эффекта. В серном эфире изменение начинается с одиннадцатого члена.

В бисульфиде углерода закон меняется после шестой меры и т.д.

Чтобы приспособить аппарат для экспериментов с цветными газами, использовалась стеклянная экспериментальная трубка длиной 2 фута 9 дюймов и длиной 2 фута 4 дюйма. в диаметре была заменена латунная трубка, а вместо кипящей воды - источники лучистого тепла с постоянной температурой 270°C. были приняты.

В следующей таблице показано поглощение ряда газов при обычном давлении или натяжении в одну атмосферу.

Сухой воздух	= 1
Кислород	1
Азот	1
Водород	1
Хлор	39
соляной кислоты	62
оксида углерода	90
углекислоты	90
заиси азота	35.5
сероводорода	390
болотный газ	403
сернистой кислоты	710
Олефиновый газ	970
Аммиак	1195

Поглощающая способность аммиака настолько велика, что, хотя в стеклянной трубке он прозрачен, как в вакууме, его длина в три фута была бы совершенно непроницаемой или черной для используемого здесь тепла, но даже это не отражает энергию, которую он проявляет при давлении в один дюйм.

При сравнении относительной абсорбционной способности газов и паров давление должно быть одинаковым. Следовательно, при растяжении на один дюйм поглощающее действие

Сухой воздух	= 1
Кислород	1
Азот	1
Водород	1
Хлор	60
Бром	160
Соляная кислота	1005
Оксид углерода	750
Оксид азота	1590
Закись азота	1860
Сульфид водорода	2100

Аммиак	7260
Олефиновый газ	7950
Сернистая кислота	8800

Таким образом, при давлении в дюйм ртутного столба поглощение аммиака превышает поглощение воздуха более чем в 7000 раз; действие oleфинового газа в 7950 раз, а сернистой кислоты в 8800 раз, что превышает поглощение воздуха.

Эффект, производимый $\frac{1}{30}$ -й частью дюйма натяжения воздуха и элементарных газов, эквивалентен эффекту, производимому одним дюймом в других, поэтому единица измерения, представляющая поглощение этих четырех газов, является только $\frac{1}{30}$ -й частью единицы измерения в предыдущей таблице.

Из приведенных выше таблиц сравнительного поглощения следует, что хлор, сильно окрашенный газ с удельным весом $2 \cdot 45$, обладает поглощающей способностью, выраженной в 39° при давлении в одну атмосферу, в то время как при том же давлении соляная кислота, химическое соединение хлора и водорода, которое является совершенно прозрачным, с удельным весом всего $1 \cdot 26$, обладает поглощающим действием, равным 62, из чего следует, что химическое изменение, которое делает хлор более прозрачным для света, делает его более непрозрачным для теплового излучения. Опять же, бром, который гораздо менее проницаем для света, чем хлор, и имеет удельный вес $5 \cdot 54$, обладает поглощающей способностью 160 при растяжении в один дюйм; в то время как бромистоводородная кислота, которая совершенно прозрачна для света, обладает поглощающим действием для скрытого тепла, равным 1005. Это поразительный пример прозрачности для света и непрозрачности для тепла, полученных одним и тем же химическим методом.

Огромная разница между поглощающей способностью сложных и простых газов и паров объясняется их атомной структурой; фактически излучающая и поглощающая способности увеличиваются по мере увеличения числа атомов в сложной молекуле. Три элементарных газа состоят из простых атомов, сложные газы и пары состоят из различных видов атомов, химически объединенных в группы. Оба могут свободно воспринимать колебательные движения эфира, которые составляют тепло; но отдельные атомы должны производить меньший эффект, чем когда несколько из них объединены в молекулу. Атомы нагружаются благодаря их химическому соединению, которое обеспечивает большую поверхность сопротивления тепловым колебаниям и делает движение молекулы более вялым и более пригодным для восприятия медленно повторяющихся волн неясного тепла, которые обрушиваются на нее.

Таким образом, когда атомы водорода и азота смешаны в пропорции три к одному, поглощение смеси представлено единицей; но когда они химически соединены в аммиаке, поглощение в 1190 раз больше. Атомы водорода и кислорода, смешанные в пропорции два к одному, поглощают очень слабо; при химическом соединении в молекулу водяного пара поглощающая способность огромна. Поглощающая способность закиси азота, химического соединения кислорода и азота, превышает поглощающую способность сухого воздуха в 250 раз; убедительное доказательство того, что атмосфера представляет собой смесь, а не сложный газ. Олефиновый газ при растяжении в пять дюймов поглощает в 1000 раз больше входящего в его состав водорода. Фактически, все сложные газы и пары намного превосходят простые элементарные газы и сухой атмосферный воздух по своей способности к поглощению.

Хлор и бром, которые имеют так много общих свойств, обладают также такой особенностью, что, хотя простые вещества соответственно состоят из однородных атомов, их поглощающая способность аналогична поглощающей способности сложных веществ, поскольку поглощающая способность хлора в 60 раз выше, чем у элементарных газов, а у брома в 160 раз. Профессор Тиндаль приписывает эту высокую поглощающую способность тому, что их атомы объединены в группы, которые действуют мощно как колебательные системы, а не как слабое действие отдельных атомов.

Озон представляет собой аналогичный пример предполагаемого объединения гомологичных атомов в колеблющиеся группы. Сравнивая поглощающий эффект озонированного кислорода, полученного в результате электрического разложения воды, с поглощающим эффектом того же кислорода, лишенного озона путем пропускания его через очень крепкий раствор йодида калия, профессор Тиндаль обнаружил, что озонированный кислород обладает поглощающей силой, в 136 раз большей, чем у чистого кислорода. Количество озона, производящего этот удивительный эффект, было слишком малым даже для того, чтобы его можно было оценить, а тем более измерить. Этот результат побудил профессора Тиндаля поверить, что озон образуется в результате объединения атомов элементарного кислорода в колеблющиеся группы; и что нагревание растворяет связь соединения и позволяет атомам колебаться поодиночке, тем самым лишая их возможности либо перехватывать, либо генерировать движение, которое они, как системы, были способны перехватывать и генерировать.

Доказано, что бесконечно малые и невидимые составляющие ароматов растений и цветов являются составными телами благодаря их поглощающим и излучающим свойствам. Высушенные листья цветка или ароматического растения, такого как тимьян, помещали в стеклянную трубку длиной 18 дюймов и диаметром четверть дюйма. Затем он был вставлен между сушильной трубкой машины и экспериментальной стеклянной трубкой, которая была опорожнена, и стрелка гониометра остановилась на нуле. Затем, когда воздух, поступающий в сушильную трубку, проходил над тимьяном и уносил его аромат в экспериментальную пробирку, иглу отклоняли, и исходя из этого, было подсчитано, что поглощение тимьяна в 33 раза больше, чем поглощение воздуха, который его переносил. С помощью того же процесса было обнаружено, что поглощение мяты перечной было в 34 раза, мяты перечной - в 38 раз, лаванды - в 32 раза, а полыни горькой - в 41 раз больше, чем у сухого воздуха, который был таким же, как обычно. Когда сушеные травы заменяли небольшими равными квадратами бумажного нагрудника, свернутыми в цилиндры и смоченными ароматическим маслом, поглощение, соответствующее отклонению иглы, составляло для сухого воздуха 1,—

Пачули	30
сандаловое дерево	32
герань	33
масло гвоздики	33.5
Отто роз	36.5
бергамот	44
Лаванда	60
Лимон	67
Апельсин	67

Тимьян	68
Розмарин	74
Масло лавровое	80
Цветков ромашки	87
шиповника	355
Анисовое семя	372

Впитываемость тимьяна и лаванды показывает, сколько аромата теряется при сушке растений. Поглощение тепла настолько велико, что аромат цветочной клумбы может быть более эффективным, чем весь кислород и азот атмосферы над ней.

Огромная поглощающая и, следовательно, излучающая сила ароматов растений и цветов является доказательством того, что их составными частями являются молекулы, а не простые атомы, каким бы невероятным это ни казалось. Абсолютный вес веществ, производящих эти чудесные эффекты, неизвестен, но должны быть большие различия: некоторые ароматы разносятся на огромные расстояния, другие менее летучи, а запах резеды, как заметил доктор Волластон, был настолько тяжелым, что под балконом, на котором стоит ящик с этим растением, он был таким же сильным, как и на самом балконе.

Ароматизаторы во время экспериментов прилипали ко всем частям аппарата настолько прочно, что после того, как непрерывная струя сухого воздуха прокачивалась через трубку до тех пор, пока, казалось, не наступит полное истощение и стрелка не остановится на нуле, после нескольких минут покоя остатки ароматизатора с такой силой выходили из щелей аппарата, что почти восстанавливали первоначальное отклонение. 'Количество этих остатков должно быть предоставлено воображению для представления. Если бы их умножили на миллиарды, они, вероятно, не достигли бы плотности воздуха'.

Способность мускусного запаха поглощаться в 72 или 74 раза превышала способность воздуха, который подавал его в экспериментальную пробирку; количество, которое его производило, было совершенно незначительным, однако аромат был настолько стойким, что детали аппарата, через которые он проходил, пришлось прокипятить в растворе соды, прежде чем они стали пригодны для других экспериментов.

После определения поглощения многих газов и паров их излучение измерялось с помощью очень простого устройства. Термоэлектрический накопитель был установлен на подставке с экраном из полированной жести перед ним. Нагретый медный шар в перфорированном кольце на низкой подставке помещался за экраном; таким образом, все прямое излучение от шара отсекалось, но нагретый воздух, поднимающийся столбом над экраном, излучал свое тепло на стопку и отклонял стрелку угломера на 60 °, когда шар раскалялся докрасна; но излучение горячего воздуха нейтрализовывалось другим источником лучистого тепла на противоположной стороне стопки, который постоянно удерживал стрелку на нуле. Затем очищенный газ или пар, подаваемый по трубе в перфорированное кольцо, удерживающее шарик, поднимался, смешанный с нагретым воздухом, над экраном, но излучение только газа или пара было показано отклонением иглы, поскольку излучение воздуха компенсировалось. С помощью этого прибора профессор Тиндаль доказал, что величина поглощения каждого газа и пара в точности равна величине их излучения. Он показал, что этот результат является необходимым

следствием динамической природы тепла. Ибо, поскольку ни один атом или молекула не способны существовать в вибрирующем эфире, не принимая часть движения, то то же самое качество, каким бы оно ни было, которое позволяет ему это делать, должно позволять ему передавать свое движение неподвижному эфиру, когда он погружен в него. 'Следовательно, из существования поглощения мы можем на теоретических основаниях безошибочно вывести способность к излучению; из существования излучения мы можем с равной уверенностью сделать вывод о способности к поглощению, и каждое из них должно рассматриваться как мера другого'. Это рассуждение, основанное просто на механических соотношениях эфира и погруженных в него атомов, полностью проверяется экспериментом.

До сих пор поглощение и излучение тепла одной и той же толщиной различных газов и паров сравнивались друг с другом, но в недавней серии экспериментов г-н Тиндалл сравнил воздействие различных толщин одного и того же газа или пара на излучаемое тепло. Эксперименты проводились в диапазоне от толщины 0 · 01 дюйма до толщины 49 · 4 дюйма. Инструмент, используемый для определения действия меньшей толщины, представлял собой горизонтальный полый цилиндр, закрытый с одного конца пластинкой каменной соли. В него был вставлен второй цилиндр, конец которого также был закрыт пластинкой из каменной соли. Этот цилиндр перемещался внутри другого подобно поршню, так что две пластины каменной соли могли соприкасаться друг с другом в плоском положении или быть разделены на любое требуемое расстояние, а расстояние между пластинами измерялось нониусом. На одном конце цилиндра находился источник постоянного тепла, а на другом - уже описанный дифференциальный угломер. С помощью этого прибора мистер Тиндалл обнаружил, что олефиновый газ сохраняет свое значительное превосходство над другими газами по поглощающей способности при любой толщине. Слой этого газа толщиной не более 0,01 дюйма поглощал около одного процента. от общего излучения. Это большое поглощение соответствовало отклонению стрелки гониометра на 11°, и тонкость прибора была такова, что можно было измерить действие слоя этого газа меньшей толщины, чем лист писчей бумаги. Слой олефинового газа толщиной в два дюйма перехватывает почти 30 %. всего излучения. Оболочка из олефинового газа толщиной в два дюйма, окружающая наш земной шар, не стала бы заметным препятствием для прохождения солнечных лучей к земле, но она перехватила бы и в значительной степени вернула бы 30 процентов. из-за земной радиации; под таким навесом поверхность земли, вероятно, была бы поднята до удушающей температуры.

Устройство для измерения воздействия больших толщин газа представляло собой полый латунный цилиндр длиной 49 · 4 дюйма, закрытый с обоих концов пластинами из каменной соли и разделенный внутри на два отделения или камеры третьей пластиной из каменной соли, перемещаемой внутри; источник тепла находился на одном конце, а дифференциальный угломер - на другом.

Оксид углерода и углекислота проницаемы для подавляющего большинства тепловых лучей. Когда цилиндр был заполнен газообразным окисью углерода и разделен таким образом путем перемещения внутренней пластины из каменной соли, что слой газа длиной 8 дюймов оказался рядом с источником тепла, а слой длиной 41 · 4 дюйма - дальше всего от него, 8 дюймов газа перехватили 6 процентов. всего излучения. Но когда пластинку с каменной солью перемещали до тех пор, пока столбик длиной 41 · 4 дюйма не оказывался рядом с источником тепла, а столбик длиной 8 дюймов - дальше всего от этого источника или позади длинного, поглощение 8 дюймов было практически нулевым. Подобным образом восемь дюймов углекислого газа при

расположении перед колонной того же газа толщиной 41·4 дюйма поглощали $6\frac{1}{4}$ процента. из всего излучения, находящегося за этой колонной, эффект был почти нулевым. Причина в том, что когда 8-дюймовый слой находится впереди, он задерживает основную часть лучей, которые придают ему тепловые цвета,^[7] находясь позади, эти же лучи были удалены почти полностью, причем на оставшиеся 94 процента. что касается излучения, то газы достаточно проницаемы.

Из этого рассуждения следует, что сумма поглощений двух камер, взятых по отдельности, всегда должна быть больше, чем поглощение, осуществляемое одним столбом газа длиной, равной сумме двух камер; этот вывод поразительным образом иллюстрируется экспериментами. Также обнаружено, что когда среднее из сумм поглощений делится на поглощение суммы, частное оказывается практически одинаковым для всех газов. Далее можно сделать вывод, что сумма поглощений должна уменьшаться и приближаться к сумме поглощений по мере того, как две камеры становятся более неравными по длине, и что сумма поглощений двух камер максимальна, когда средняя пластинка из каменной соли делит длинную трубку на две равные части.

Когда воздух поступает в выпускную трубку, он динамически нагревается за счет столкновения его частиц со стенками трубки, когда он устремляется внутрь, заполняя вакуум; а когда трубка снова выпускается воздушным насосом, охлаждение производится за счет использования части тепла воздуха для создания *vis viva*. Этот динамический принцип использовался в некоторых экспериментах и был умело принят и применен для решения поразительной и беспрецедентной задачи: *"Определить излучение и поглощение газов и паров без какого-либо источника тепла, внешнего по отношению к самому газообразному телу"*.

Таким образом, поскольку в абсорбционном устройстве не было двух внешних источников тепла, термоэлектрический источник подавался в холодную стеклянную трубку, которая была опорожнена, и стрелка угломера стояла на нуле. Азотистая кислота при поступлении в выпускную трубку нагревалась и излучала свое тепло на прилегающую поверхность стопки, что отклоняло стрелку гониометра на 28° в направлении, указывающем на поглощение. По мере того как тепло газа постепенно истощалось, стрелка медленно возвращалась к нулю. Теперь насос работал, разреженный газ в трубке охлаждался, и прилегающая поверхность нагнетателя постепенно передавала свое тепло охлажденной трубке, пока температура нагнетателя не понизилась настолько, что стрелка была отклонена на 20° в отрицательную сторону от нуля, то есть в сторону, обозначающую излучение.

Когда олефиновый газ поступал в выпускную трубку, стрелка показывала поглощение 67° , а когда газ снова откачивали, стрелка показывала излучение, равное 41° . Когда газ затем откачивали, в трубку подавался очень сухой атмосферный воздух, стрелка указывала на 59° , что указывало на поглощение; а когда его снова откачивали, стрелка отклонялась почти на 40° по другую сторону от нуля, указывая на излучение. Помня, что излучение и поглощение сухого воздуха приводят к отклонению иглы всего на 1° , становится очевидным, что предшествующее значительное отклонение иглы полностью обусловлено действием небольшого остатка олефинового газа, который остался в выпускной трубке. Чтобы выяснить, насколько можно уменьшить количество газа или пара, прежде чем его действие станет незаметным, были выбраны пары борного эфира, обладающие наибольшей энергией поглощения.

Ртутный манометр для измерения давления или натяжения уже упомянутых паров оставался прикрепленным к прибору. Когда в выпускную трубку была введена одна десятая дюйма паров

борного эфира, барометр показывал 30 дюймов: следовательно, натяжение пара внутри трубки составляло $\frac{1}{300}$ -я часть атмосферы. При динамическом нагревании сухим воздухом излучение пара приводило к отклонению на 56° . Снова трубка была опорожнена до 0,2 дюйма, и количество пара, таким образом, уменьшилось до $\frac{1}{150}$ от его первоначального количества; игле позволили опуститься до нуля, и остаток пара отклонился на 42° . Насос снова работал до тех пор, пока не было получено разрежение 0,2 дюйма, причем этот остаток, конечно, содержал $\frac{1}{150}$ -ю часть количества эфира, присутствующего в трубке; и при динамическом нагревании остатка его излучение приводило к отклонению на 20° .

Таким образом, очевидно, что натяжение эфира в этих экспериментах постоянно уменьшалось на 0,2 дюйма, следовательно, его количество постоянно уменьшалось на его $\frac{1}{150}$ -ю часть, что сопровождалось соответствующим уменьшением отклонений иглы. Конечный результат этого процесса показал, что излучение количества пара в трубке, имеющего напряжение менее тысячной миллионной атмосферы, вполне поддается измерению. Температура, придаваемая этому бесконечно малому количеству вещества, не превышала 0,75 сотых градуса. Молекулы, составлявшие этот сильно разреженный пар, хотя и были непостижимы, имели такое же истинное существование, как солнца, составляющие звездную пыль туманностей. 'Платиновая проволока, доведенная до белизны в вакууме электрическим током, становится сравнительно холодной через секунду после прекращения подачи тока; однако эта проволока, будучи воспламененной, была источником огромной механической силы. Что с этим стало? Это было унесено субстанцией, настолько ослабленной, что само ее существование должно навсегда остаться гипотезой. Но здесь есть материя, которую мы можем взвесить, измерить, попробовать на вкус и понюхать; которую мы можем свести к разреженности, которая, хотя и может быть выражена цифрами, поражает воображение, чтобы постичь ее. Тем не менее, мы видим, что он способен задерживать и создавать величины силы, которые по сравнению с его собственной массой почти бесконечны, причем небольшая доля этой силы заставляет двойную стрелку гальванометра совершать колебания по значительным дугам. Когда мы обнаруживаем, что весомая материя производит эти эффекты, у нас возникает меньше трудностей с наделением светоносного эфира теми механическими свойствами, которые долгое время вызывали интерес и удивление у всех, кто размышлял об обстоятельствах, связанных с волновой теорией света".

Затем динамический принцип был применен для определения излучения газа через него самого; или через любой другой газ, имеющий тот же период вибрации. Для этой цели мистер Тиндалл использовал уже упомянутый полый цилиндр длиной 49 · 4 дюйма, закрытый с обоих концов пластинами из каменной соли и разделенный внутри на две камеры подвижной пластиной из того же материала. Поскольку все источники тепла были устранены, камера рядом с гальваническим источником содержала газ, который должен был действовать как поглотитель, а более удаленная - как радиатор.

Тепло выделяется в воздухе, когда его движение прекращается; при поступлении в вытяжную трубу, чем быстрее движение, тем больше тепла. Сначала обе камеры цилиндра были заполнены паром, подлежащим исследованию, при обычном давлении, равном $\frac{1}{60}$ частей атмосферы. Но пар проникал так медленно, а его количество было настолько мало, что излучение, вызванное нагревом пара при его собственном столкновении, было незаметным. Стрелка угломера была на нуле, и сухому воздуху разрешалось поступать в камеру, наиболее удаленную от штабеля; этот воздух динамически нагревался за счет столкновения его частиц со стенками трубки, передавал свое тепло пару, и пар немедленно отводил переданное ему таким

образом тепло на штабель. Этот случай не только напоминает, но фактически имеет тот же механический характер, что и тот, при котором вибрирующий камертон приводится в контакт с поверхностью определенной протяженности. Вилка, которая раньше была неслышима, сразу становится обильным источником звука. Что дека для вилки, составная молекула для элементарного атома. Камертон, вибрирующий в одиночку, находится в состоянии атома, излучающего в одиночку; звук одного и тепло другого не ощущаются. Но в сочетании с парами сернистого или уксусного эфира элементарный атом находится в состоянии камертона, приложенного к его деке, сообщающего движение светоносному эфиру через молекулы, подобно тому как вилка через доску сообщает свое движение воздуху.

Эксперименты м-ра Тиндаля показывают большую непрозрачность газа для излучений того же газа и могут также показать замечательное влияние ослабления в случае пара. Отдельные молекулы парамогут быть мощными поглотителями и излучателями, но в своих слоях они представляют собой открытое сито, через которое может проходить большое количество лучистого тепла. Следовательно, в таких тонких слоях пары, использованные в экспериментах, обычно оказывались гораздо менее энергичными, чем газы, в то время как в толстых слоях те же самые пары демонстрировали энергию, значительно превосходящую энергию тех же газов, но газы всегда использовались при давлении в одну атмосферу.

Наконец, мистер Тиндалл исследовал диатермичность жидкостей, из которых были получены его пары, и результат не оставляет сомнений в том, что и поглощение, и излучение являются явлениями независимо от агрегации. Если какой-либо пар является сильным поглотителем и излучателем, то жидкость, из которой он поступает, также является сильным поглотителем и излучателем.

Совершенно сухой чистый воздух так же проницаем для света и тепла, как и сам вакуум; следовательно, если бы атмосфера была совершенно чистой и сухая, солнечные лучи падали бы на землю с неослабевающей силой в течение дня, а ночью излучались бы обратно и рассеивались в пространстве, уничтожая растительность. Но земля защищена от этих крайностей поглощающей способностью водяного пара, который всегда в большей или меньшей степени присутствует в атмосфере; даже когда воздух настолько прозрачен, что удаленные объекты кажутся находящимися рядом, он насыщен парами в упругом невидимом состоянии, которые при изменении температуры могут конденсироваться в облака или выпадать в осадок в виде дождя.

Поглощающую способность водяного пара определяли путем помещения пробирок с осколками стекла, смоченными водой, между сушильным устройством и экспериментальной стеклянной трубкой прибора, так что совершенно чистый сухой воздух, проходя над влажными осколками стекла, уносил с собой часть водяного пара в отработанную экспериментальную трубку, а отклонение стрелки гониометра показывало, что поглощающая способность водяного пара превышала поглощающую способность сухого воздуха в 80 раз. Теперь, поскольку в атмосфере имеется одна молекула водяного пара с поглощающей способностью 80 на каждые 200 атомов кислорода и азота, поглощающая способность которых равна 1, как у одного из составляющих ее атомов, из сравнения следует, что поглощающая способность молекулы в 16000 раз больше, чем у атома кислорода или азота. Из-за этой огромной непрозрачности скрывается тепло, несомненно, что более десяти процентов. большая часть земной радиации, исходящей от почвы Англии, прекращается в пределах десяти футов от поверхности почвы;

удалите на одну летнюю ночь водяные пары из воздуха, которые витают над страной, и вы, несомненно, уничтожите все растения, которые могут быть уничтожены низкой температурой".

Количество пара в каждом месте варьируется в зависимости от широты, времени года и других обстоятельств; но всякий раз, когда количество тепла, излучаемого землей, превышает поглощаемое, остаток проходит через пар в пространство, и по той же причине остаток того, что исходит от солнца, проходит через пар и поступает на землю, так что, какими бы ни были местные различия, в отношении всего земного шара было решительно доказано, что количество тепла, ежегодно получаемого от солнца, ежегодно излучается в космос; последнее является силой, теряемой землей, тем не менее это не мешает работе земли. закон сохранения силы, который распространяется на вселенную.

Наблюдениями, сделанными во время десяти научных восхождений на воздушном шаре на очень большие высоты, г-н Глейшер доказал, что теория равномерного понижения температуры с увеличением высоты более не выдерживает критики. Поскольку поглощающая способность водяного пара в 16 000 раз выше, чем у сухого воздуха, все тепло, излучаемое полной луной, поглощается нашей атмосферой. Это повышает температуру в более высоких регионах, растворяет пар, рассеивает облака, предотвращает образование новых и позволяет теплу, излучаемому землей, свободно уходить в космос: таким образом, подтверждается распространенное и почти универсальное поверье о том, что полная луна разгоняет облака. Поглощающая способность водяного пара настолько велика, что даже планета Меркурий может быть пригодна для жизни, если в ее атмосфере содержится достаточное количество водяного пара, чтобы смягчить воздействие солнечного жара.

Несомненно, все тепло от звезд должно поглощаться атмосферой, но их фотографии показывают, что она проницаема для химических лучей. Те, что исходят от Сириуса, ближайшей и самой яркой из звезд, преодолевая расстояние в 180 миллионов миллионов миль и уменьшаясь в количестве обратно пропорционально квадрату расстояния, все еще обладают достаточной энергией, чтобы дать идеальное фотографическое представление о его спектре; но Сириус в шестьдесят раз больше Солнца и во много раз ярче. Была сделана фотография спектра Капеллы, хотя она в три раза дальше Сириуса. Фотографии двойных звезд шестой и седьмой звездной величины показывают, что актинические лучи с неизмеримых расстояний в космосе обладают мощностью, достаточной для разложения вещества, находящегося в неустойчивом равновесии на поверхности Земли.

Химическая сила света Луны превосходит силу света Юпитера только в соотношении 6 к 4 или 5, а свет Юпитера обладает в двенадцать раз большей актинической энергией, чем свет Сатурна. Для таких сравнений необходим стандарт фотографической интенсивности.

Бумага, покрытая хлоридом серебра, может быть получена с постоянной степенью чувствительности, и доктор Роско доказал, что постоянный темный оттенок создается на этой стандартной бумаге постоянным количеством света, причем оттенок остается одним и тем же независимо от того, действует ли свет с интенсивностью, обозначенной 1, в течение времени, обозначенного 50, или свет, обозначенный 50, действует в течение времени, обозначенного 1; или, другими словами, степень химического воздействия света прямо пропорциональна интенсивности света, а когда свет постоянный, степень воздействия точно пропорциональна времени воздействия.

Отношение химического действия лучей света, падающих непосредственно от солнца, к химическому действию света, рассеянного по всему небу, может быть определено с помощью прибора, в котором тень от маленького шарика отбрасывается на чувствительную бумагу таким образом, чтобы перехватывать прямые лучи солнца и позволять ему ощущать действие света, рассеянного только по небу; это сравнение с аналогичной бумагой, на которую падал как прямой, так и не прямой свет, дает требуемое соотношение. Из этого следует, что относительное количество химически активного света, который исходит непосредственно от солнца, очень намного меньше количества его прямого видимого света. В то время как профессор Роско проводил эксперименты в Манчестере по максимальному эффекту химического воздействия света, он обнаружил, что когда солнце находится на высоте 20° , из 100 химических лучей, падающих на лист стандартной бумаги, только около 8 исходят от прямого солнечного света; в то время как, напротив, из 100 лучей видимого света 66 исходят непосредственно от солнца и только 40 - от света, рассеянного по всему небу, так что рассеянный свет богаче химическими лучами, чем прямой солнечный луч, "поразительный результат", но подтвержденный наблюдениями, проведенными не только в Манчестере и в его окрестностях, но также в Кью, Гейдельберге и в Паре на Амазонке, почти под экватором.

Из-за возрастающей разреженности атмосферы, чем больше высота над уровнем моря, тем меньше количество рассеянного света и, следовательно, актинической энергии. Поэтому фотографам приходится гораздо дольше выставлять свои снимки на свет на заснеженных вершинах Альп и других больших высотах, чем в Англии или на уровне моря. Во время десятого подъема мистера Глейшера на воздушном шаре были проведены одновременные наблюдения в Гринвичской обсерватории и на воздушном шаре, когда на высоте более трех миль над поверхностью земли стандартная бумага, подвергнутая полному воздействию солнечных лучей, за полчаса не окрасилась так сильно, как соответствующая бумага в Гринвиче за одну минуту.

Серией наблюдений в Гейдельберге, Кью и Манчестере было доказано, что очень незначительное относительное химическое действие прямого солнечного света быстро уменьшается с высотой над уровнем моря, и в этих трех местах наблюдений часто случалось, когда высота солнца была очень низкой, например, при 12° , что его прямой свет не производил впечатления на чувствительной бумаге. 'Солнечный свет был лишен своей химической силы при прохождении через воздух'. Профессор Роско приписывает этот необычный результат тому, что он называет опалесценцией атмосферы.

Опалесцирующее стекло, слегка молочные жидкости, чистая вода с плавающими в ней частицами серы непроницаемы для химических лучей, из чего профессор Роско делает вывод, что атмосфера, особенно ее нижние слои, обладает этим свойством из-за множества плавающих в ней твердых частиц. Что это такое, неизвестно, но бесконечно малые частицы соды, кажется, присутствуют повсюду, и, без сомнения, смешанные с ними частицы других веществ часто можно увидеть в виде пылинок, танцующих в солнечных лучах. Кроме того, ясно доказано, что мириады яиц и зародышей организованных существ, хотя и невидимых невооруженным глазом, постоянно плавают в воздухе и что их больше в нижних слоях атмосферы, чем в высших. Поскольку опалесцирующее вещество отражает синие лучи света и пропускает красные, профессор Роско приписывает голубой цвет неба и яркие оттенки на восходе и закате опалесцирующему свойству воздуха.

Атмосфера проницаема для всех видов химических лучей, чего нельзя сказать о телах на земле, некоторые из которых, хотя и прозрачны для всех видимых лучей, сильно различаются по своей прозрачности для химических лучей.

Атомы и молекулы вещества обладают способностью не только отклонять солнечные лучи от их прямолинейного пути, но и изменять их преломляемость.

Мириады эфирных волн или лучей света, составляющих семь цветов солнечного спектра, уменьшают преломляемость и увеличивают скорость вибрации и длину волны от ярко-фиолетового до конца красного; каждый луч имеет свою собственную частоту вибрации, свою собственную длину волны и свой собственный цвет. От середины желтого, который является светящейся частью спектра, химический спектр простирается невидимо, но с увеличивающейся преломляемостью и увеличивающейся скоростью вибрации, до точки, находящейся далеко за пределами фиолетового. Напротив, тепловой спектр, о котором также можно сказать, что он начинается в желтом свете, распространяется невидимо, но с уменьшающейся преломляемостью и уменьшающейся скоростью вибрации на некоторое расстояние за пределы видимого красного.

Тепловые лучи поглощаются влагой глаза, но если бы они достигли сетчатки, мы увидели бы, что они отличаются друг от друга так же сильно, как и лучи светового спектра; химический спектр из-за большей длины становится еще более разнообразным.

Весь солнечный спектр, видимый и невидимый, пересекается под прямым углом к его длине бесчисленными темными линиями без лучей, различающимися по ширине и интенсивности. Сэр Джон Гершель обнаружил свободные места во сверхсветовой части теплового спектра, а совсем недавно месье Эдуард Беккерель, наложив солнечный спектр на дагерротипную пластинку, обнаружил, что химический спектр, создаваемый стеклянной призмой, от ее начала в желтом цвете до крайней точки за фиолетовым пересечен линиями без лучей, и что линии в части, проходящей через видимый спектр, точно совпадают с линиями без лучей в светящейся части. Это совпадение было подтверждено независимыми исследованиями доктора Дрейпера в Нью-Йорке. С помощью безлучевых пространств или черных линий в видимом спектре М. Кирхгоф доказал, что тринадцать земных веществ являются составляющими атмосферы Солнца.

Длина волн эфира, которые производят на наши глаза впечатление чрезвычайно фиолетовых лучей солнечного спектра, составляет семнадцатую миллионную долю дюйма; длина эфирной волны, которая вызывает ощущение чрезвычайно красного, составляет двадцать шесть миллионных долей дюйма; эфирные волны за этими пределами невидимы человеческому глазу. Тем не менее, определенные вещества обладают способностью увеличивать продолжительность колебаний и уменьшать лучи спектра до более низкой ступени по шкале преломления, так что невидимые лучи химического спектра, таким образом, оказались в пределах человеческого зрения.

Например, химические лучи светятся как видимый свет, когда они падают на стекло, окрашенное оксидом урана. Когда эти темные лучи падают на стекло, они приводят все его молекулы в колебания, аналогичные их собственным, и в то же время они придают более быструю вибрацию определенному количеству тех же молекул. Все молекулы восстанавливают свои вибрации в окружающем эфире. Те, которые имеют одинаковую скорость с химическими

лучами, не производят ощутимого впечатления на наши глаза; но более быстрые колебания происходят в пределах видимого спектра; следовательно, они имеют меньшую преломляемость и сияют как видимый свет. Его называют ухудшенным светом из-за его более низкого положения в призматической шкале, но чаще всего это флуоресцентный свет, потому что фторопластовый шпат был первым известным твердым веществом, обладающим этим свойством. Ряд веществ являются флуоресцирующими, как твердыми, так и жидкими, органическими и неорганическими.

Если в темной комнате нефлуоресцентный объект осветить солнечным лучом, проходящим через стекло, окрашенное кобальтом в темно-синий цвет, оно будет отражать синий свет; но оно будет казаться совершенно черным, если смотреть на него через стекло, окрашенное серебром в желтый цвет; в то время как кусочек канареечного стекла, обладающий высокой флуоресценцией, при тех же обстоятельствах засияет ярким светом. Все молекулы канареечного стекла возвращают эфиру колебания, которые были запечатлены на них голубым светом; в то время как определенное количество из них обладает способностью воспринимать и возвращать эфиру более быстрые вибрации. Желтое стекло, которое держат перед глазом, непроницаемо для колебаний голубых лучей, но пропускает лучи флуоресцентного света, которые исходят от меньшего числа молекул и которые, таким образом, в действительности становятся новыми центрами света, отличными от солнечного света, хотя и зависящими от него: один земной, другой небесный. Поскольку колебания флуоресцентного света более быстрые, чем колебания синего света, их цвет ниже в призматической шкале. Колебания молекул во флуоресцентном веществе аналогичны колебаниям музыкального шнура, которые задают основную ноту или высоту звука и ее гармоника, поскольку весь музыкальный шнур при вибрации основной ноты самопроизвольно делится на части, имеющие более быстрые колебания, которые и создают гармоники. Профессор Стоукс из Кембриджа, который провел этот прекрасный эксперимент, вычислил, что колебания, которые производил флуоресцентный свет, были на большую или меньшую треть ниже высоты тона или вибраций синего света.

Одно из первых открытий флуоресценции было сделано сэром Джоном Гершелем — безусловно, первым, кто наблюдал это свойство в жидкости. Он обнаружил, что синий свет, исходящий от всех частей раствора сульфата хинина, особенно от его поверхности, является флуоресцентным, и что свет, проходящий через жидкость, хотя и ощущается как падающий белый свет, больше не способен производить флуоресценцию; он был лишен своих химических лучей из-за поглощения.

Поскольку химические лучи стали видимыми благодаря увеличению продолжительности периодов вибрации, были предприняты безуспешные попытки изменить периоды тепловых лучей за пределами красного конца спектра, чтобы вывести их за пределы видимости. Идея осуществить такое изменение путем использования вещества, непрозрачного для света, но проницаемого для тепла, принадлежит доктору Эйкину; но впоследствии это было реализовано доктором Тиндалем, который в ходе своих экспериментов с лучистым теплом обнаружил, что раствор йода в бисульфиде углерода исключает самый ослепительный свет, но свободно пропускает тепловые лучи. Он использовал зеркало, облицованное спереди серебром, чтобы концентрировать лучи, испускаемые угольными наконечниками электрической лампы, и

поставил сосуд, содержащий рассматриваемый раствор, так что фокусировка только тепловых лучей почти не уменьшалась. Когда был исследован солнечный спектр, было обнаружено, что точка максимального нагрева находится так же далеко от крайних красных лучей с одной стороны, как и от зеленых лучей с другой. В спектре электрического света также было обнаружено, что точка максимального нагрева находится за пределами экстремально красного цвета, но увеличение интенсивности было настолько внезапным и огромным, что намного превышало максимальную температуру солнца, ранее определенную профессором Мюллером. Водяной пар сильно поглощает лучистое тепло; таким образом, солнечный спектр за пределами земной атмосферы, вероятно, может обладать такой же интенсивностью, как электрический свет. С помощью описанного устройства окисляемые вещества превращались в пламя обычного горения, когда их помещали в фокус; но когда химическое действие кислорода атмосферы было исключено путем воспламенения веществ в вакууме невидимыми тепловыми лучами, периоды их вибрации были изменены настолько, что они оказались в пределах видимости. Когда электрический свет очень силен, пластинка платинированной платины в вакууме нагревается до белого каления в фокусе невидимых лучей; а когда на раскаленную платину смотрят через призму, ее свет дает полный и яркий спектр. 'Во всех этих случаях мы имеем совершенно невидимое изображение угольных точек, сформированное зеркалом; и ни один эксперимент не иллюстрирует превращение тепла в свет' более убедительно, чем следующий: — Когда платиновая пластинка или пластинка из древесного угля помещается в фокус, невидимое изображение накаляется и, таким образом, заметно отпечатывается на пластинке. Раздвигая угольные наконечники лампы или заставляя их приближаться друг к другу, термограф отслеживает их движение. Разрезая угольную пластинку вдоль границы термографа, можно сформировать вторую пару угольных точек той же формы, что и первоначальные, но перевернутых вверх дном; и таким образом, с помощью лучей одной пары угольных точек, которые неспособны возбуждать зрение, мы можем заставить вторую пару испускать все лучи спектра. Флуоресценция и тепловыделение действуют в противоположных направлениях. Флуоресценция заставляет молекулы флуоресцентного вещества колебаться с более медленными периодами, чем падающий свет, в то время как тепловая флуоресценция заставляет молекулы вещества колебаться с более длительными периодами, чем падающий свет. Преломляемость лучей понижается в первом случае и повышается во втором.

Вещества различаются по пропусканию химических лучей так же сильно, как по свету и теплу. Стекло непроницаемо для химических лучей с наиболее высокой степенью преломления, в то время как горный хрусталь пропускает их с наибольшей легкостью; и по этой причине абсолютная длина спектра не была известна до тех пор, пока свет не был преломлен призмами из горного хрусталя. Кроме того, количество, положение и интенсивность химических лучей зависят от источника света. У некоторых видов пламени почти нет химических лучей; у кислородно-водородной паяльной трубки, хотя и очень горячей, их очень мало, и даже солнечный свет уступает в этом отношении электричеству. Электрическая искра от первичного проводника обычной электрической машины или разряд лейденской банки испускают лучи с очень высокой преломляемостью, намного превосходящие те, которые исходят от солнца. Ибо, когда электрический свет от сильно заряженной лейденской банки был преломлен двумя кварцевыми призмами и брошен профессором Стоксом на пластинку из уранового стекла, химический спектр был очень ярким и в шесть или восемь раз длиннее видимого спектра. Столь же обширный спектр был получен при измерении вольтовой дуги между медными наконечниками; он полностью состоял из ярких линий. Длинный спектр также появлялся на

урановом стекле, когда искра, преломленная кварцевыми призмами, была получена от вторичных выводов индукционной катушки в связи с покрытиями лейденской банки. Он состоял из ярких линий, но не был таким ярким, как от мощной вольтовой батареи. При замене металлов в точках, между которыми проходили искры, яркие линии менялись, что показывало, что они были вызваны определенными металлами.

Тепло электрической искры улетучивает металлы, образующие острия проводящих проводов; и все улетучившиеся металлы дают характерные спектры, как видимые, так и химические. Видимая часть солнечного спектра отличается от видимой тем, что ее пересекают яркие линии вместо темных; но количество, интенсивность и положение как видимых, так и невидимых линий меняются с каждым металлом. Изменения в рассматриваемой невидимой части можно легко наблюдать, нанося спектры либо на флуоресцентную, либо на коллоидную пластинку. Например: в спектре от искры между точками таллия, брошенными на последнюю, доктор Миллер обнаружил, что в наименее преломляемой части спектра были две сильные группы линий; на небольшом расстоянии от них были три группы, две первые менее интенсивные, чем третья; далее следовало несколько рядов слабых точек, и химический спектр довольно резко заканчивался четырьмя почти равноудаленными группами. Этот спектр имеет сходство с спектром цинка и кадмия, в меньшей степени со спектром свинца. Доктор Миллер обнаружил, что фотографические спектры железа, кобальта и никеля также имеют сильную аналогию, но что металлы мышьяк, сурьма и олово демонстрируют столь же большую разницу в невидимой, как и в видимой части своего спектра.

Флуоресцентные спектры семнадцати металлов были исследованы профессором Стоксом из Кембриджа; на некоторых из них были видны светящиеся линии необычайной силы, особенно на цинке, кадмии, магнии, алюминии и свинце, которые в спектре, обычно ничем не примечательном, содержат одну линию, по яркости превосходящую, возможно, все другие металлы. Некоторые другие металлы демонстрируют в определенных частях своих спектров линии, которые являются одновременно яркими и многочисленными; в целом некоторые части спектров являются сильными и достаточно непрерывными, в то время как в других они слабые. Эта группировка линий наиболее примечательна для меди, никеля, кобальта, железа и олова. Из всех исследованных металлов магний давал самый короткий спектр, заканчивающийся очень яркой линией, за пределами которой, однако, чрезмерно слабый свет распространялся на расстояние, равное расстоянию длинных спектров. Алюминий, с другой стороны, превосходил все другие металлы по богатству лучей с очень высокой преломляемостью. Все упомянутые сильные линии лежат в этой части спектра.

В ходе этих экспериментов профессор Стоукс заметил, что даже кварц определенной толщины непроницаем для невидимых линий с высочайшей преломляемостью, поскольку самую высокую алюминиевую линию, которая является двойной, можно было увидеть только при прохождении лучей через край призмы. Это приводит к другой ветви предмета, а именно к поглощению невидимых лучей твердыми телами, жидкостями и газами. Аллен Миллер показал из своих собственных экспериментов, что тела, проницаемые для химических лучей в твердой форме, являются таковыми также в жидкой и газообразной форме; что бесцветные прозрачные твердые тела, которые поглощают фотографические лучи, поглощают их более или менее также в их жидком и газообразном состояниях. Более того, он обнаружил, что следующие вещества обладают одинаковой максимальной прозрачностью: горный хрусталь, лед и плавленый шпат среди твердых веществ, вода среди жидкостей, три элементарных газа и углекислота среди

газообразных веществ. Наиболее непрозрачными для невидимых лучей являются нитрат калия, бисульфид углерода и сероводород. Оказывается, что тонкая пластинка слюды чрезвычайно непрозрачна для всех невидимых лучей, за исключением небольшой их части с наименьшей преломляемостью.

Однако поглощающее свойство является частичным: поглощающее вещество либо отсекает часть света флуоресцентного спектра, либо полосует его темными линиями: каждое вещество поглощает лучи, характерные для него самого. Профессором Стоксом были использованы алкалоиды и глюкозиды, и он использовал спектр олова для их исследования, потому что он имеет длительный интервал непрерывности.

Флуоресцентное свойство желтого уранита было открыто профессором Стоксом несколько лет назад, и теперь он добавил еще один флуоресцентный минерал в адулярий, или лунный камень; от его естественных граней и плоскостей спайности исходило красивое голубое свечение под действием индукционной искры. Поскольку то же самое наблюдалось обычно в бесцветных полевых шпатах, профессор Стоукс пришел к выводу, что флуоресценция является неотъемлемым свойством силиката алюминия и поташа, составляющих кристалл лунного камня. Синяя флуоресценция распространялась на очень ощутимую, хотя и небольшую глубину внутри вещества.

Особый сорт плавленого шпата, найденный на Олстон-Мур в Камберленде, который очень бледен в проходящем свете, демонстрирует сильную голубую флуоресценцию и сильно фосфоресцирует под воздействием электрической искры. Это тот же самый кристалл, в котором сэр Дэвид Брюстер первоначально обнаружил свойство флуоресценции. При поднесении такого кристалла к искре, проходящей между алюминиевыми выводами, помимо обычной синей флуоресценции, наблюдалась другая флуоресценция красноватого цвета, простирающаяся не так далеко вглубь кристалла, создаваемая лучами, принадлежащими сильным линиям алюминия с исключительной преломляемостью.

Куб фтористого шпата, который демонстрировал эти эффекты, был внешне бесцветным на глубину $\frac{1}{20}$ дюйма; затем шел один или два слоя, параллельных граням куба, демонстрируя красноватую флуоресценцию, в то время как синяя флуоресценция распространялась на гораздо большую глубину и имела слоистый вид. Этот кристалл был чрезвычайно фосфоресцирующим, его синяя фосфоресценция располагалась слоями, параллельными грани куба, подобно синей флуоресценции, но она не была заметна за пределами очень умеренного расстояния ниже поверхности, на которую проникала возбуждающая причина, и этой причиной были фотографические лучи чрезвычайно высокой преломляемости электрической искры, полученные, как и во всех этих экспериментах, между вторичными выводами индукционной катушки, соединенной с покрытиями лейденской банки, и преломленные кварцевыми призмами.

Мистер Стоукс использовал флуоресценцию как средство отслеживания веществ в загрязненных химических растворах. Когда чистое флуоресцирующее вещество исследуют в чистом спектре, обнаруживается, что при переходе от ярко-красного к фиолетовому и далее флуоресценция начинается в определенной точке спектра, варьируясь от одного вещества к другому, и продолжается оттуда более или менее сильно в той или иной части в зависимости от конкретного вещества. Обнаружено, что цвет флуоресцентного света почти постоянен во всем спектре. "Следовательно, когда в растворе, исследуемом в чистом спектре, мы замечаем, что

флуоресценция как бы начинается заново *другим цветом*, мы можем быть почти уверены, что имеем дело со смесью двух флуоресцирующих веществ".

Как опыт, так и теория показывают, что быстрое поглощение сопровождается обильной флуоресценцией. Но опыт до сих пор также показал то, чего нельзя было предсказать, и что, возможно, не является универсальной истиной, а именно, что, наоборот, поглощение в случае флуоресцентного вещества сопровождается флуоресценцией.

Фосфоресцирующий свет насекомых, рыб и растений обусловлен химическим действием, которое вызывает множество световых явлений; но большое количество неорганических и органических веществ светятся в темноте фосфоресценцией, которая почти аналогична флуоресценции. Он образуется под воздействием солнца, тепла, электричества, изоляции, расщепления, трения и движения. Ибо, если встряхнуть бутылку, содержащую нитрат урана, она самопроизвольно засияет ярким светом; даже рука начинает фосфоресцировать в темноте после пребывания на солнце.

Существенное различие между флуоресценцией и фосфоресценцией заключается во времени, в течение которого сохраняется свет. Флуоресценция прекращается почти сразу после устранения возбудителя, в то время как фосфоресцирующее тело, независимо от того, возбуждается ли оно теплом, солнечным светом или электричеством, сохраняется гораздо дольше; кроме того, флуоресцентные лучи, как правило, имеют меньшую преломляемость. Свет и тепло временно поглощаются и снова отдаются каждым телом на поверхности земли, более или менее подверженным воздействию солнечного света. Ночи были бы намного темнее, даже когда их освещают звезды, если бы не земной свет, поскольку молекулы восстанавливают в эфире в форме фосфоресценции колебания, которые они получили от солнечного света в течение дня. Моргание моряков от снега и льда - яркий пример; однако, как правило, оно длится гораздо меньше. Свойство фосфоресцирования почти родственно электричеству, поскольку тела, являющиеся плохими проводниками, склонны становиться фосфоресцирующими, в то время как хорошие проводники электричества редко, если вообще когда-либо проявляют это. Озон, должно быть, фосфоресцирует, поскольку кислород проявляет стойкий свет, когда через него проходят электрические разряды, и м-р Фарадей видел, как вспышка молнии оставила на облаке светящийся след, который длился короткое время.

В солнечном спектре химические или актинические лучи производят фосфоресценцию, которую красные лучи способны гасить. М. Ньепс де Сен-Виктор обнаружил, что солнечный свет настолько сильно воздействует своими вибрациями на вещества, подвергшиеся его воздействию в течение короткого времени, что они не только светятся в темноте, но и излучаемый ими фосфоресцирующий свет обладает достаточной химической энергией, чтобы разлагать вещества, находящиеся в неустойчивом равновесии, и оставлять на дагерротипах отпечатки большой деликатности и красоты.

Поляризация света и тепла представляет собой замечательный пример избирательности материи. Говорят, что свет и тепло поляризованы, которые, будучи однажды отраженными, становятся неспособными к повторному отражению под определенными углами. Например, луч, падающий на пластинку из кремневого стекла под углом 57° , становится совершенно неспособным отразиться под тем же углом от другой пластинки из кремневого стекла в плоскости, перпендикулярной первой. При падении под углом 57° весь луч поляризован: это максимум поляризации для кремневого стекла, но существует частичная поляризация для

любого другого угла; часть луча, поляризованная постепенно увеличивается до максимума, по мере приближения падения к 57° . Все отражающие поверхности способны поляризовать свет и тепло, но угол падения, при котором луч полностью поляризуется, у каждого вещества разный. Таким образом, угол падения для максимальной поляризации корончатого стекла составляет $56^\circ 55'$, и ни один луч не может быть полностью поляризован отражением от поверхности воды, если угол падения не равен $53^\circ 11'$. Поскольку каждое вещество имеет свой собственный максимальный угол поляризации, эффект, очевидно, обусловлен действием молекул вещества, а не какой-либо особенностью света или тепла.^[8]

Свет и тепло также поляризуются за счет преломления, поскольку определенные вещества, особенно минералы неправильной кристаллизации, такие как исландский шпат, обладают свойством разделять луч света или тепла, проходящий через них в определенных направлениях, на два пучка, а именно на обычный и необычный лучи. Первый из них преломляется по тому же закону, что и в стекле или воде, никогда не покидая плоскости, перпендикулярной преломляющей поверхности, в то время как второй покидает эту плоскость, преломляясь по другому и более сложному закону. Следовательно, если поднести кристалл исландского шпата к глазу, то, как правило, будут видны два изображения одного и того же объекта одинаковой яркости. Но когда их рассматривают через турмалиновую пластинку, то обнаруживается, что, хотя лонжерон остается в том же положении, относительная яркость изображений меняется, поскольку турмалин вращается в одной плоскости; интенсивность одного увеличивается до достижения максимума, в то же время интенсивность другого уменьшается до исчезновения, и так далее поочередно при каждой четверти оборота турмалина, что доказывает поляризацию обоих лучей. Ибо в одном положении турмалин пропускает обычный луч и отражает необычный, а после поворота на 90° проходит необычный луч и отражается обычный луч.

Колебания эфирной среды, которые создают ощущение обычного света, совершаются в каждой плоскости под прямым углом к направлению движения луча, но дело обстоит совсем иначе после того, как луч поляризован путем прохождения через вещество, подобно исландскому шпату, поскольку тогда свет распространяется двумя параллельными пучками, колебания которых все еще действительно поперечны направлению лучей, но они совершаются в плоскостях, расположенных под прямым углом друг к другу. Луч обычного света подобен круглому стержню, тогда как параллельные поляризованные лучи напоминают две длинные плоские линейки, одна из которых лежит на его широкой поверхности, а другая - на его краю. Согласно простому механическому закону, каждое колебательное движение обычного источника света преобразуется в колебательные движения под прямым углом друг к другу.

Поляризация света и тепла путем преломления обусловлена не химическим составом, а отсутствием однородности в молекулярной структуре веществ, через которые они проходят; ибо обычные кристаллы и вещества, имеющие повсюду одинаковую температуру, плотность и структуру, не способны к двойному преломлению. Влияние молекулярной структуры поразительно проявляется в круговой поляризации в диморфных кристаллах кварца. В одной форме плоскость поляризации вращается справа налево, а в другой эта плоскость вращается слева направо, хотя сами кристаллы, по-видимому, отличаются очень небольшим и часто почти незаметным разнообразием форм.

Таким образом, поляризация образует наиболее замечательную связь между светом, теплом и кристаллической структурой, демонстрируя особое расположение молекул в областях, недоступных иным способом и слишком утонченных для нашего восприятия. Кроме того, великолепно окрашенные изображения, получаемые при деполяризации, являются великолепными примерами способности вещества разлагать свет.

Совершенное соответствие свойств симметричной, упругой и оптической осей кристаллов свету и теплу является еще одним примером связи между последним и кристаллической формой.

Ось симметрии - это то направление или воображаемая линия внутри кристалла, вокруг которой симметрично расположены все части или частицы. Говорят, что среда эластична, которая возвращается к своей первоначальной форме под действием упругой силы после освобождения от сжатия, а ось упругости кристалла - это то направление, в котором он наиболее эластичен. Оптическая ось - это линия или направление, по которому свет проходит одним лучом в соответствии с законом обычного преломления. Кристаллы могут иметь одну, две или более оптических осей в зависимости от их формы. Дважды преломляющие кристаллы, такие как исландский шпат, имеют только одну главную оптическую ось, по которой весь луч проходит по обычному закону; во всех остальных направлениях луч света разделяется на два поляризованных луча, один из которых, называемый обычным лучом, проходит по обычному закону, в то время как другой, известный как необычный луч, пересекает кристалл в другом направлении с большей скоростью и по другому и более сложному закону. Скорость этого необычного луча максимальна, когда он находится под прямым углом к главной оптической оси, и минимальна, когда он параллелен ей.

В идеально правильных кристаллах, таких как куб или матрица, октоэдр и т. Д., Существуют три оси симметрии и равной упругости, расположенные под прямым углом друг к другу. В этих правильных кристаллах все оси оптические, так что они не имеют двойного преломления.

Прямоугольные призмы имеют две равные прямоугольные оси симметрии, две оси равной упругости и одну оптическую ось.

Все кристаллы пирамидальной и ромбовидной систем имеют одну ось симметрии, две оси упругости, одну оптическую ось; и при рассмотрении в деполяризованном свете образуют цветные круглые кольца, пересекаемые черным крестом.

Наконец, наклонные призматические кристаллы, имеющие три неравные оси симметрии, имеют три оси неодинаковой упругости, две оптические оси; и при деполяризации дают цветные ламнэскаты, то есть цветные фигуры, имеющие форму цифры 8, которые перечеркнуты черным крестом в двух противоположных квадрантах, и когда кристалл приводится во вращение, та же фигура, но в дополнительных цветах и перечеркнутая белым крестом, появляется в двух других квадрантах.

Правая и левая круговая поляризация кварца, в зависимости от того, повернуты ли определенные грани кристалла вправо или влево, и свойство двойного преломления, которым обладают исключительно кристаллы ромбовидной формы, являются поразительными примерами связи между геометрическим расположением молекул вещества и оптическими и тепловыми силами, поскольку поляризация тепла и все ее последствия во всех отношениях

аналогичны поляризации света, и аналогичные явления наблюдались бы, если бы тепло было видимым.

Нагрев изменяет положение оптических осей кристаллов. При нанесении на кристалл сульфата извести две оптические оси постепенно приближаются друг к другу и, наконец, совпадают; если нагревание продолжить и усилить, оси снова открываются, но в направлении под прямым углом к их прежнему положению. Таким образом, сила тепла приводит каждую молекулу в теле в соответствующее движение. Углы всех кристаллов, которые не относятся к октоэдрической группе, изменяются под действием тепла и зависят от интенсивности; разница между длиной наибольшей и наименьшей оптических осей в таких кристаллах уменьшается при повышении температуры, увеличивается при ее понижении и остается постоянной при данной температуре. В исландском шпате нагрев косвенно влияет на двупреломляющую способность, поскольку расширение кристалла в направлении его оси сопровождается сжатием под прямым углом к ней, что приближает кристалл к кубической форме и, следовательно, уменьшает его двупреломляющую способность.

Согласно исследованиям М. Ангстрема, в кристаллах с разными осями упругости скорость колебаний молекул различна в разных направлениях при их нагревании. В горном хрустале и турмалине тепло исходит от поверхности, срезанной параллельно оси кристалла; в полевом шпате излучающая поверхность расположена под прямым углом к симметричной оси.

Оптические оси кристаллов также подвержены влиянию давления. Кристаллы с двойным преломлением, у которых одна главная ось приобретает два преломления, когда давление перпендикулярно к ней. Новая главная ось совпадает с линией давления или находится под прямым углом к ней в зависимости от того, является кристалл положительным или отрицательным, то есть в зависимости от того, преломляется ли необычный луч к оптической оси кристалла или от нее. На цвета, создаваемые поляризацией, влияет сжатие и расширение в зависимости от того, является кристалл положительным или отрицательным.

Сэр Дэвид Брюстер придерживается мнения, что все свойства двойного лучепреломления и великолепные явления поляризации, возникающие в кристаллах или в различных веществах постоянно или временно под действием тепла, холода, быстрого охлаждения, сжатия, расширения и отвердения, являются полностью результатом сил, с помощью которых атомы удерживаются вместе; но скорее можно сказать, что эти явления зависят от взаимодействия между неправильной молекулярной структурой и действием света и тепла: что, по-видимому, действительно подтверждается прохождением этих двух сил через кварц с правой и левой сторонами, поскольку нет никаких оснований для полагать, что существует какая-либо разница в форме частиц этих двух кристаллических веществ.

Эксперименты месье Беккереля показывают, что электричество - это сила, которая заставляет атомы вещества объединяться в кристаллические формы; ибо ему удалось сформировать кристаллы золота, серебра, кобальта, никеля, платины и множество драгоценных камней, неотличимых от природных, подвергая насыщенные растворы этих веществ в течение очень длительного времени воздействию слабого электрического тока вольтова; и таким же образом были получены кристаллы землистого вещества. Электрическое и магнитное состояние минеральных жил в шахтах, которые содержат огромное разнообразие кристаллов, металлических и неметаллических, убедительно подтверждает этот взгляд на происхождение кристаллической формы.

Мсье Реньо доказал, что соотношение между удельной теплоемкостью и весом атомов вещества тесно связано со способом их агрегации; и действительно, если учесть, что атомы обладают не только удельной теплоемкостью и весом, но и специфическим сродством, электричеством, магнетизмом, следовательно, полярностью и, вероятно, специфическими формами, эти особые силы обязательно должны влиять на структуру кристаллов в соответствии с тем, сочетаются ли они с естественными или искусственными силами, действующими на них или на их непохожие грани, или противодействуют им, и это может быть причиной большого разнообразия форм, в которых проявляется материя. Один только карбонат извести претерпевает более 1200 различных модификаций по сравнению со своим примитивным типом, но каким бы ни было разнообразие форм, которые может принимать любое вещество, установлено, что все они совместимы с общим типом и являются производными от него. Обстоятельства, которые привели к отклонению диморфных кристаллов от общего закона, до сих пор не объяснены.

Очень странно, что при растворении хлората соды в воде раствор не обладает свойством круговой поляризации, но при выпаривании и кристаллизации некоторые кристаллы поворачивают свет вправо, а другие - влево. Теперь, если отобрать все кристаллы, обладающие одинаковыми свойствами, и растворить их в воде во второй раз, жидкость по-прежнему не будет иметь круговой поляризации, но когда ей дадут кристаллизаться, некоторые кристаллы заставят свет проходить через них вправо, а другие - влево, как и раньше. Исходя из этого, предполагается, что атомы жидкостей, которые могут свободно перемещаться во всех направлениях, уже обладают частью свойств, которые изменение плотности делает очевидными и постоянными.

Хотя отношения между силой магнетизма и атомами материи не демонстрируют таких ярких явлений, как свет, они, тем не менее, чрезвычайно интересны и удивительны. Мистер Фарадей обнаружил, что все вещества, будь то твердые, жидкие или воздухообразные, являются либо магнитными, как железо, либо диамагнитными, как висмут, причем последних, безусловно, больше всего. Таким образом, если брусок железа свободно подвешен между полюсами чрезвычайно мощного магнита или электромагнита, он будет притягиваться обоими полюсами и будет покоиться или располагаться аксиально, то есть по своей длине между полюсами или на линии магнитной силы; тогда как такой же подвешенный таким образом брусок висмута будет отталкиваться обоими полюсами и будет покоиться или располагаться экваториально, то есть по своей длине, перпендикулярной линии магнитной силы. Магнетизм и диамагнетизм - это две силы, но они находятся в полной противоположности друг другу, что поразительно иллюстрируется их действием на кристаллическое вещество.

Сфера из аморфного вещества, свободно подвешенная под магнитным воздействием, индифферентна, то есть у нее нет тенденции смещаться в одну сторону больше, чем в другую; но сфера, вырезанная из кристалла, будь то магнитный или диамагнитный, сильнее притягивается или отталкивается в одном направлении, чем в любом другом, что показывает связь между магнитными силами и кристаллической структурой.

Кристаллы карбоната железа и карбоната извести изоморфны, то есть они имеют точно такую же кристаллическую форму, но карбонат железа, будучи высокомагнитным, наиболее сильно притягивается в направлении своей наибольшей оптической оси, которая, следовательно, расположена аксиально, то есть по линии магнитной силы; в то время как главная оптическая

ось карбоната извести, которая является диамагнитной, наиболее сильно отталкивается и, следовательно, устанавливается экваториально. В обоих случаях противоположные силы следуют одному и тому же закону уменьшения интенсивности от наибольшей оптической оси к наименьшей.

Стержень из мягкого железа устанавливается со своими наибольшими размерами в осевом направлении, но стержень из сильно спрессованной железной пыли, наименьшие размеры которого совпадают с линией давления, устанавливается экваториально, потому что он сильнее всего притягивается в линии наибольшей плотности. Брусек висмута устанавливается по экватору, но брусок сильно сжатой пыли висмута, наименьшие размеры которого совпадают с линией давления, устанавливается по своей длине в осевом направлении, поскольку он наиболее сильно отталкивается в направлении своей наибольшей плотности. Следовательно, действие магнитов на материю наиболее сильно в области максимальной плотности, причем сила притяжения или отталкивания зависит от вида магнетизма, которым обладают атомы. Отсюда следует, что плотность наибольшая на линии главной оптической оси и постепенно уменьшается к наименьшей оптической оси, где она минимальна.

Положение, которое занимают кристаллы по отношению к магнитной силе, зависит также от их естественных мест расщепления и от их способности передавать электричество. Диамагнитная сила обратно пропорциональна проводящей способности тел, а проводящая способность кристаллов максимальна в плоскостях их основных естественных соединений. Следовательно, действие диамагнитной силы в естественных суставах наименьшее, и наоборот, магнитная сила наибольшая. Фактически, магнитные явления кристаллов зависят от неодинаковой проводимости в разных направлениях, и их набор определяется разницей между силами притяжения и отталкивания полюсов, поскольку один полюс магнитно-кристаллической оси притягивается, а другой отталкивается. Нет необходимости приводить дополнительные примеры, чтобы показать действие магнитных сил на атомную структуру кристаллов.^[9]

Магнетизм изменяет отношения и расстояния между первичными атомами материи, что, вероятно, зависит от их полярности. Он изменяет сталь постоянно, железо временно, и удлиняет железный брусок, который теряет в ширине то, что приобретает в длине; и поскольку тепло выделяется в одном направлении и поглощается в другом, температура бруска остается неизменной. Тепло, будучи расширяющей силой, уменьшает магнетизм железа и никеля пропорционально увеличению расстояния между их атомами, пока, наконец, они полностью не утратят свою силу сцепления. Но, по-видимому, существует температура, при которой магнитная сила максимальна, выше и ниже которой она уменьшается. Таким образом, магнетизм кобальта увеличивается с повышением температуры до определенной точки; затем он уменьшается с повышением температуры и полностью теряет свой магнетизм, когда нагрев достигает 1996 °.

Сэр Хамфри Дэви и М. Араго заметили, что вольтова дуга совершает вращательное движение при приближении магнита; и влияние магнетизма на слоистый вид электрического света в сильно разреженном воздухе показывает, насколько мощным является его действие. В 1858 году г-н Гассио опубликовал серию наблюдений за стратифицированным светом; впоследствии по этому вопросу появились различные публикации как г-на Гассио, так и профессора Плюккера, который сделал серию очень интересных наблюдений о природе стратификаций, но особенно об эффектах, производимых под влиянием магнетизма. С тех пор г-н Гассио

опубликовал несколько статей на эту тему и до сих пор продолжает свои эксперименты по расслоению электрического света, которые дают видимое доказательство связи между электричеством и магнетизмом. Впервые он показал, что стратифицированный характер электрического разряда в сильно ослабленных средах замечательно проявляется в торричеллианском вакууме; недавно он провел свои эксперименты, пропуская электричество через закрытые стеклянные трубки различной длины и внутреннего диаметра, заполненные сильно ослабленными газами и парами.^[10] Два из многих блестящих экспериментов этого джентльмена могут быть выбраны в качестве иллюстраций свойства электрического света.

Одна из этих закрытых стеклянных трубок, содержащих сильно ослабленный газ, имела длину 38 дюймов при внутреннем диаметре около дюйма и имела концы двух платиновых проволочек, вплавленных с одной стороны на расстоянии 32 дюймов друг от друга. Когда эти провода были соединены с проводами индукционной батареи и приведены в соприкосновение, а электричество прошло через трубку, светящиеся точки на концах или полюсах платиновых проводов были очень разными, но одновременными. Отрицательный полюс окружало свечение, и в непосредственной близости от свечения появилось четко очерченное черное пространство, в то время как от положительного полюса в быстрой последовательности исходил ряд чередующихся темных и ярко светящихся изогнутых слоев, которые образовывали столб многослойного света, причем вогнутости слоев были обращены к положительному полюсу. Наслоения не распространяются на черную полосу вокруг отрицательного провода или шарика, которая сильно отличается от темного промежуточного пространства между слоистым разрядом и светящимся отрицательным свечением. При замыкании электрической цепи слоистый разряд исходит от каждого полюса поочередно, вогнутости слоев попеременно поворачиваются в разных направлениях; фактически все явления меняются на противоположные, но не изменяются. "Слоистый разряд возникает в результате импульсов силы, действующей на сильно разреженную, но сопротивляющуюся среду", - новое доказательство удивительной силы, присущей сильно разреженным газам; количество слоев, выделяемых при каждом разряде, зависит от интенсивности электричества и разреженности газа.

Рис. 1.

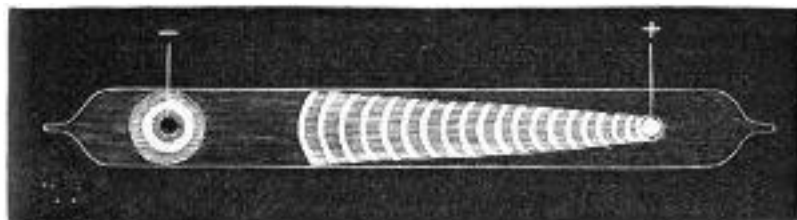


Рис. 1 представляет форму, которую стратифицированный разряд принимает в вакуумной трубке диаметром в один дюйм и длиной 38 дюймов, + и - представляют собой платиновые провода, присоединенные к выводам индукционной катушки Ruhmkorff.

Когда трубку с только что описанными слоями положили горизонтально на полюс магнита, слоистый столбик проявил тенденцию вращаться вокруг него как единое целое. Согласно теории Ампера, полярность магнита обусловлена поверхностным электрическим током, постоянно циркулирующим в направлении, перпендикулярном его оси; и он также показал, что электрические токи, текущие в одном направлении, притягивают друг друга, в то

время как токи, текущие в противоположных направлениях, отталкиваются друг от друга. Следовательно, поскольку электрические токи в магните и трубке текли в одном направлении с одной стороны магнита и в противоположных направлениях с другой стороны, слоистый

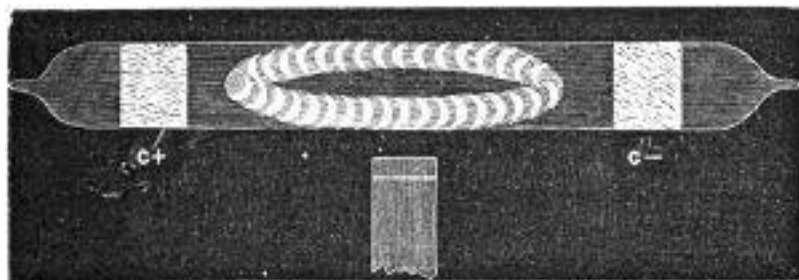
столбик притягивался с одного конца и отталкивался с другого, так что принимал форму вследствие своей тенденции вращаться как единое целое вокруг полюса магнита.



Когда узкие полосы оловянной фольги, обернутые вокруг стеклянной трубки рядом с платиновыми проводами, соединялись с полюсами индукционной батареи, блестящие наслоения заполняли всю трубку между оловянными покрытиями каждый раз, когда электрическая цепь прерывалась или возобновлялась; а когда трубку помещали горизонтально на полюс магнита, наслоения больше не проявляли тенденции вращаться как единое целое, они разделялись на две части, имеющие тенденцию вращаться в противоположных направлениях; когда трубку помещали между полюсами мощного электромагнита, одна половина наслоений отталкивалась, а другая половина притягивалась. Когда трубу помещали на северный полюс, разделенные слои располагались по обе стороны трубы, меняя свое соответствующее положение при размещении на южном полюсе, но в любом случае каждая половина была вогнутой в противоположных направлениях.

На рис. 2 (стр. 81) представлена форма, которую принимают индуцированные стратифицированные разряды, когда вакуумную трубку помещают на полюса мощного электромагнита или между ними - покрытия из оловянной фольги C+ C-, прикрепленные проводами к выводам индукционной катушки.

Рис. 2.



Если на индукционную катушку аккумулятора или на главный провод электрической машины наложить вакуумную трубку с проводами или оловянным покрытием или без них, то за счет индукции образуются наслоения, которые разделяются магнитом. Таким образом, существуют две различные формы стратифицированного разряда: одна прямая, другая индуцированная.

Когда профессор Плюкер из Бонна направил индуцированный электрический ток с катушки Рамкорфа через вакуумную трубку, имеющую платиновый провод, вплавленный в каждый конец и немного уходящий внутрь трубки, электрический свет излучался из каждой точки отрицательного провода, и при воздействии электромагнита вся трубка была заполнена светящейся атмосферой. Но когда весь отрицательный платиновый провод, кроме его крайней точки, был изолирован покрытием из стекла, лучи электрического света, исходящие от этого конца, были объединены в одну единственную и совершенно правильную магнитную кривую

при приближении к нему электро-магнита; когда отрицательный платиновый провод был частично изолирован покрытием из стекла, электрический свет исходил от каждой открытой части и принимал форму магнитных кривых под электромагнитным воздействием. Отсюда профессор Плюкер пришел к выводу, что светящаяся атмосфера в первом эксперименте была центром бесконечного числа магнитных кривых, и, следовательно, что магнитный свет исходит от отрицательного, или теплового полюса, а электрический свет - от положительного, или светового полюса. Эти магнитные кривые света в точности подобны тем, которые возникают у железных опилок в результате магнитного воздействия.

Самым замечательным из этих экспериментов является абсолютное гашение мощного электрического разряда под действием магнитного поля. Мистер Гассио направил разряд от гальванической водяной батареи, содержащей 3520 изолированных элементов, в трубку, заполненную ослабленным газообразным углекислым газом. Разряд был настолько сильным, что мог проходить через слой газа толщиной более шести дюймов, однако при приближении очень мощного электромагнита наслоения прекращались, как только появлялись, как будто их выдували, и, наконец, гасли. Слоистый разряд в вакууме из 400 изолированных элементов азотнокислотной батареи был погашен большим электромагнитом Королевского института; светящиеся слои устремились от положительного полюса батареи, но под действием магнитной силы они отступили; облако следовало за облаком с преднамеренным движением, появляясь, как будто поглощенные положительным полюсом. Количество электричества, прошедшего через трубку, по-видимому, было существенно увеличено при возбуждении электромагнита; в одном случае разряд был настолько сильным, что оплавил полдюйма положительной клеммы. Очень мощный магнит также способен погасить многослойный разряд. На самом деле, согласно закону взаимного действия магнетизма, силы равны по интенсивности и противоположны по направлению.

Электрический разряд от индукционной катушки прерывистый, или возникают искры высокого напряжения, образующие слоистые разряды.

Разряд вольтовой батареи до сих пор считался абсолютно непрерывным; то же самое относится и к химическому воздействию, будь то анализ или комбинация; тем не менее определенные явления давали повод усомниться в его непрерывности. Г-н Гассио доказал, что напряжение отдельного элемента гальванической батареи возрастает в зависимости от химической энергии возбуждающей жидкости, и во всех своих экспериментах он обнаружил, что 'чем выше химическое сродство используемых элементов, тем сильнее проявлялось проявление напряжения'. Эти наблюдения побудили его провести серию экспериментов с гальваническими батареями с различным химическим сродством и сравнить полученные в результате явления с теми, которые производит индукционная катушка, искры от которой имеют высокое напряжение. Во всех экспериментах использовались одни и те же вакуумные трубки с углекислотой; медный провод образовывал положительный вывод, а медная пластина была закреплена на конце отрицательного вывода. В других трубках платиновые клеммы уходили внутрь, покрытые стеклом, за исключением наконечников, к которым были прикреплены угольные шарики. Один конец трубок был небольшого диаметра и содержал едкий поташ.

Когда разряд от индукционной катушки пропусклся через эти трубки, на положительном полюсе появлялись либо мельчайшие светящиеся пятна, узкие наслоения, либо четко очерченный облачкообразный разряд, в зависимости от размера и структуры клеммы, но

характерным явлением во всех трубках было большое облачкообразное свечение или круговое свечение на латунной пластинке или угольном шарике на отрицательном клемме.

Благодаря 512 изолированным элементам из меди и цинка постоянной батареи Дэниелла, возбуждающей жидкостью в которых была разбавленная серная кислота, при прохождении электрического разряда по трубке вокруг угольного шарика отрицательной клеммы возникло яркое свечение с очень незначительной яркостью положительного полюса.

Две медные пластины, которые можно было разделить или замкнуть винтом, были помещены между полюсами азотнокислотной батареи, чтобы можно было постепенно создавать или разрывать цепь, и между ними возникали искровые разряды. Вакуумные трубки были помещены между одной из этих пластин и полюсом батареи; одна из этих трубок была 24 дюйма в длину, 18 дюймов в окружности и имела круглый медный диск диаметром 4 дюйма на отрицательном выводе. При замыкании цепи разряд батареи проходил с демонстрацией великолепных слоев ослепительной яркости; при разделении пластин винтом светящиеся разряды имели тот же вид, что и при снятии с индукционной катушки, но были ярче. На медном диске внутри вакуумной трубки был белый слой, затем темное пространство шириной около дюйма, а затем голубоватая атмосфера, изогнутая подобно диску, очевидно, три негативные оболочки в большом масштабе. Когда диск превратили в положительный полюс, эффект был слабым.

В вакуумных трубках длиной 6 дюймов и диаметром 1 дюйм с угольными шариками на клеммах разряд азотнокислотного аккумулятора приводит к сильному нагреванию. В одном из них разряд представлял собой поток света невыносимой яркости, но при взгляде через пластинку из зеленого стекла можно было разглядеть слои. Вскоре это превратилось в сферу света на позитивном шаре, который раскалился докрасна, негатив был окружен великолепными оболочками; с помощью магнита в виде подковы позитивный свет был разделен на слои. Стрелка гальванометра в цепи была сильно отклонена, и полярность поменялась на противоположную. Когда едкий калий нагревался, разряд вспыхивал солнцеподобным пламенем, которое впоследствии распадалось на три или четыре больших слоя облачной формы, но очень ярких. Это называется дуговым разрядом: он возникает в вакуумных трубках с угольными шариками; при интенсивном нагревании поташа из положительного шарика внезапно исходят ослепительные наслоения, и в батарее происходит мощное химическое воздействие, после чего разряд прекращается.

Этот процесс облегчает выгрузку и способствует распаду частиц углерода, которые в состоянии мельчайшего разделения впоследствии прикрепляются к стенкам стекла. Именно эти частицы создают дуговой разряд с его интенсивным ярким светом, который так внезапно наблюдается с гораздо более яркими эффектами, чем обычный слоистый разряд. Во время его прохождения проводящая способность вакуумной трубки значительно увеличивается.

Уже упоминалось, что стратифицированный разряд был получен от 3520 изолированных элементов водяной батареи, который лишь незначительно отличается по интенсивности от 400 элементов азотнокислотной батареи. В одном случае казалось, что электричество проходит через вакуумные трубки непрерывным потоком, но при рассмотрении с помощью вращающегося зеркала мистера Уитстоуна оно было явно расслоено. Мистеру Гассио так и не удалось добиться непрерывного разряда в воздухе, будь то между наконечниками или

металлическими пластинами водяного аккумулятора. Разряд неизменно происходил в виде мельчайших, четко очерченных отдельных искр.

Таким образом, предыдущими экспериментами было доказано, что искровой разряд может быть получен в воздухе как от азотнокислотной, так и от водяной батареи; и что, когда эти разряды пропускались через сильно разреженное вещество, содержащееся в вакууме углекислоты, создавался такой же светящийся слоистый вид, как от индукционной катушки; доказательство того, что какова бы ни была причина явлений, она не могла возникнуть в результате какого-либо особого действия этого устройства.

М-р Гассио, наконец, приходит к выводу, что причина слоистого разряда, возникающего в результате импульсов силы, действующей на сильно ослабленную, но сопротивляющуюся среду, также применима к разряду гальванической батареи в вакууме; в то время как факт того, что этот разряд даже при его полной интенсивности, как теперь установлено, является также слоистым, приводит к выводу, что обычный разряд гальванической батареи при любых условиях не непрерывный, а прерывистый, что он состоит из серии пульсаций или вибраций большей или меньшей скорости в зависимости от сопротивления химических или металлических элементов окружающей среды. аккумулятор или проводящая среда, через которую проходит разряд.

Едкий поташ постепенно поглощает углекислый газ и, наконец, настолько полностью истощает вакуумную трубку, что электричество проводить невозможно. Воздух не является проводником, и электрический разряд, который не пройдет и через дюйм воздуха, пройдет через более чем 30-40 дюймов разреженного газа.

Уже упоминалось, что стратифицированный разряд может быть получен путем однократного разряда первичного тока индуктивной катушки, какой бы длины ни была вакуумная трубка, через которую пропускается разряд. Если не вносить никаких дополнений в батарею и не изменять расположение катушки таким образом, чтобы увеличить или уменьшить интенсивность разряда, наслоения всегда будут иметь одинаковый внешний вид и форму, занимая одни и те же места и положения в вакуумной трубке; но если внести какие-либо изменения, чтобы изменить интенсивность, то в разряде появится соответствующее изменение, полосы примут другую форму, а светлые и темные участки займут разные положения.

Чтобы испытать, какой эффект произведет изменение интенсивности, три отдельные изолированные гальванические батареи, в которых возбуждающей жидкостью был солевой раствор, образовали электрическую цепь, которая завершалась двумя длинными проводами. Это было устроено так, что разрядка одной, двух или всех трех батарей могла использоваться отдельно. Чтобы варьировать сопротивление по своему усмотрению, в контур были введены две трубки длиной 18 дюймов, содержащие дистиллированную воду и соединенные у основания. Изменяя глубину, на которую клеммные провода схемы были погружены в воду, сопротивление можно было регулировать по своему усмотрению, и было несущественно, в какую часть схемы была введена вакуумная трубка, при условии, что схема была завершена.

Первые эксперименты были проведены с вакуумной трубкой с углекислотой длиной 20 дюймов и диаметром 4 дюйма. Отрицательный вывод на одном конце трубки был сделан из алюминия в форме чашки диаметром около 3 дюймов; положительный вывод представлял собой провод из того же металла, вплавленный в другой конец трубки; кончик провода и чашечка находились примерно в четырех с половиной дюймах друг от друга. С этой трубкой и 2240 элементами

аккумулятора разряд при введении сопротивления имел вид положительного и отрицательного разрядов, которые сталкивались и перемешивались друг с другом без какого-либо темного пространства между ними. Вокруг отрицательной клеммы светимость распространяется по бокам трубки и сужается к концу положительного провода. Свет вокруг отрицательной клеммы становится ярче, рядом с ней появляется темное пространство, когда сопротивление уменьшается, и увеличивается по мере уменьшения сопротивления за счет отката света яркими облаками к точке положительной клеммы. Эти изменения могут быть идеально отрегулированы сопротивлением, и на каждом этапе происходят различные световые явления.

С 2240 ячейками в трубке были слышны отчетливые звуки; со всей батареей серии 3360 звуки были не слышны до тех пор, пока к полоскам не приложили магнит, когда они снова стали слышны и полосы распространились по поверхности трубки.

Теперь в схему была включена вакуумная трубка с угольной кислотой с платиновыми выводами, вплавленными с одной стороны далеко друг от друга, при этом часть проводов, проходящих внутри трубки, была покрыта стеклом вплоть до углеродных шариков, в которых они заканчивались. Когда разряд от всех трех батарей проходил через трубку, происходили изменения в форме и количестве полосок, соответствующих большей или меньшей величине сопротивления, предлагаемого в цепи.

В начале экспериментов в каждой из пробирок было по 18 дюймов воды, что создавало максимальное сопротивление. Провода, прикрепленные к клеммам аккумулятора, были помещены внутри этих трубок, и как только они касались поверхности воды, на каждом шарике в вакуумной трубке был виден слабый светящийся разряд. Когда провод, прикрепленный к отрицательному концу батареи, медленно разряжался, казалось, что два светящихся разряда движутся навстречу или притягиваются друг к другу, и время от времени часть положительного свечения проходила мимо и смешивалась с отрицательным; в этом состоянии разряд гасился магнитом.

Когда проволоку вдавили глубже в воду, темное пространство длиной около дюйма разделило свет на две части: положительное свечение стало резко очерченным, а отрицательное свечение имело неровные края. Когда проволока погрузилась в воду на глубину около трех дюймов, положительное и отрицательное свечение стало более ярким, и единственный четко очерченный светящийся диск вырвался с положительной стороны и занял середину темного пространства. Когда проволока была прижата до тех пор, пока 13 дюймов ее не оказались в воде, второй светящийся диск переместился с положительной стороны, а затем два светящихся диска или полоски заняли темное пространство на небольшом расстоянии друг от друга. По мере того как проволока все глубже погружалась в воду, появились три параллельные светящиеся полосы, затем четыре, затем пять и так далее, пока не появилось целых тринадцать или четырнадцать полосок в темном центральном пространстве. При полной зарядке аккумулятора соседний диск попал на свечение, окружавшее отрицательный шар. Этот диск был бледно-зеленым, соседние - красноватыми, в то время как отрицательное свечение было голубовато-белым; от отрицательного шара исходили мельчайшие яркие мерцания, в то время как через полосы проходили отчетливые светящиеся вспышки. Таким образом, с помощью величины сопротивления, вводимого в цепь, можно регулировать количество полосок, фиксировать их положение, разделяя или закрывая темное пространство между светящимися элементами вокруг шариков.

В этих экспериментах есть указание на силу, исходящую от отрицательного провода. Фактический отрыв частиц от отрицательной клеммы также указывает на силу, и разрыв происходит так же легко при непрерывном разряде аккумулятора, как и при прерывистом разряде индукционной катушки. Кроме того, когда мистер Гассио посылал разряды с индукционной катушки через вакуум Торричеллиана, он несколько раз наблюдал, что, в то время как облачкообразный разряд исходил из положительной клеммы, длинный язычок ярчайшего синего фосфоресцирующего света исходил из верхней части отрицательной клеммы, и блестящий белый язычок света также был замечен вблизи отрицательного провода: таким образом, есть основания полагать, что сила исходит от обеих клемм.

Некоторые из предыдущих полосчатых выделений "имеют вид, несколько аналогичный стационарным волнам (или узлам), которые возникают в воздушном столбе, когда изохронные поступательные волны встречаются друг с другом с противоположных направлений, а также на поверхности воды из-за механических импульсов, аналогичным образом интерферирующих друг с другом".^[11]

‘Не могут ли темные полосы быть узлами колебаний, возникающих из-за сходных импульсов, исходящих от положительных и отрицательных разрядов?’ или световые наслоения, которые мы получаем в замкнутом контуре вторичной катушки индукционного устройства и в контуре гальванической батареи, могут быть отображениями импульсаций, которые проходят по проводу первого и через батарею второго, импульсов, вероятно, генерируемых действием разряда по проводам?”

Действие магнетизма и электричества на свет аналогичным образом иллюстрируется вращением плоскости поляризации. Сэр Джон Гершель был первым, кто попытался повернуть плоскость поляризации луча света, окружив его спиральной проволокой, заряжаемой от огромной батареи из двух огромных пластин меди и цинка в Лондонском институте, но он не получил никаких доказательств какого-либо подобного действия. Много позже профессору Фарадею это удалось, когда он направил луч света через кусочек силико-бората свинца, который образовывал сердцевину магнитной спирали. Силико-борат принимал квазикристаллическое состояние при прохождении по нему электрического тока, придавая ему на данный момент свойство круговой поляризации, аналогичное свойству стекла в состоянии растяжения или сжатия.

Вещества чрезвычайно различаются по легкости, с которой они передают электричество; даже одно и то же вещество в другой форме заметно отличается по этому свойству: древесный уголь, который после металлов является лучшим известным проводником, в форме алмаза совершенно непроницаем для электричества. В общем, вещества, которые являются лучшими проводниками тепла, также являются лучшими проводниками электричества, как, например, металлы, которые, однако, обладают свойством пропускания в очень разной степени. Серебро и медь - лучшие проводники, свинец - один из худших; его сопротивление прохождению электричества в двенадцать раз больше, чем у серебра и меди, следовательно, он становится в двенадцать раз горячее, ибо при затруднении электрического тока он превращается в тепло. Сопротивление, оказываемое тонкой платиновой проволокой, настолько велико, что температура достигает 3280 ° и проволока плавится, что является поразительным примером взаимосвязи электричества и тепла, а также силы сцепления.

Когда электричество проходит через проводящие вещества или когда оно статично, оно вызывает электрическое состояние в телах на расстоянии путем передачи через непроводящие вещества или воздух, поскольку оно придает полярность и напряжение соседним атомам, а те - следующим, и следующим подряд, по всей промежуточной массе, — убедительное доказательство индивидуальности и полярности атомов материи.

Движение, являющееся результатом всех физических сил, само по себе оказывает сильное воздействие на первичные элементы материи; в случаях неустойчивого равновесия оно ускоряет и даже определяет их химическое соединение. Некоторые вещества будут оставаться просто смешанными до тех пор, пока они находятся в состоянии покоя, но как только их инерция будет нарушена незначительным движением, они устремятся к постоянному соединению. В недавно сублимированном иодиде ртути вибрация, вызванная царапанием булавкой, так быстро передается по массе, что ее цвет немедленно меняется с желтого на ярко-красный. Благодаря новому расположению молекул изменяется их воздействие на свет.

Катализ, или химическое разложение и состав веществ при контакте с инородным телом, хорошо иллюстрируется хлоридом азота, который взрывается при соприкосновении с веществами, которые при обычных температурах не соединяются ни с хлором, ни с азотом. Йодистый азот взрывается при прикосновении пера, а М. Беккерель разложил йодистый азот звуковыми колебаниями. Когда вещества существуют только благодаря инерции их атомов, нестабильность их химического притяжения и отталкивания только усиливается внешним фактором, так что незначительная причина вызывает большой эффект, как при сходе лавины, когда снежная масса находится на грани падения, и малейшее движение, дуновение ветра, швыряет ее вниз. В таких случаях потенциальная энергия нестабильной массы мгновенно преобразуется в живую силу или импульс. Дагерротипный оттиск показывает силу воздействия химических лучей на вещества, находящиеся в неустойчивом равновесии, и продолжительность времени, необходимая для получения оттиска при тех же обстоятельствах, является мерой нестабильности.

Большинство фульминатов представляют собой соединения азота; фульминат анилина является недавним примером, поскольку он образуется при медленном действии азотистой кислоты на анилин. Взрыв происходит при внезапном выделении газа или внезапном превращении твердого вещества в пар. В этих случаях внешними причинами изменения являются огонь или ударные воздействия. Все они являются частными примерами общего принципа катализа, который заключается в химическом соединении разнородных атомов под действием вещества, которое не участвует в изменении. Таким образом, давно известно, что когда платину погружают в смесь кислорода и водорода, она объединяет эти газы с водой. Кислоты в некоторых случаях, по-видимому, оказывают тот же эффект; поскольку, когда тряпки или крахмал растворяются в кислоте, крахмал превращается в декстрин, и жидкость приобретает способность поворачивать плоскость поляризованного света вправо. Кислота не претерпела никаких изменений, но она изменила свойства крахмала, хотя и не его химический состав. Через некоторое время происходит второе преобразование, жидкость постепенно перестает поворачивать плоскость поляризации вправо и заканчивается поворотом ее влево. Кислота по-прежнему не изменилась, но декстрин теперь исчез: он соединился с водой и превратился в глюкозу или виноградный сахар.

Количество физических сил, активных и скрытых, неизмеримо велико. Количество тепла или потенциальной энергии, вырабатываемой одним только химическим соединением, огромно.

РАЗДЕЛ III.

АТОМНАЯ ТЕОРИЯ, АНАЛИЗ И СИНТЕЗ ВЕЩЕСТВА, ПОЛЕЗНОСТЬ ОТХОДОВ — КРАСИТЕЛЕЙ ИЗ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ И Т.Д.

Химическая комбинация, которая образует бесконечное разнообразие веществ в органическом и неорганическом творении, состоит в тесном соединении их первичных атомов, которое производит вещества, отличающиеся от своих составных частей во всех отношениях, кроме силы тяжести, при этом суммарный вес их составных частей неизменно равен весу полученного вещества. Таким образом, химическое соединение кислорода и водорода образует воду, и вес образовавшейся таким образом воды в точности равен сумме весов двух газов.

Все химические изменения, будь то анализ или состав, подчиняются определенным неизменным законам веса, меры и числа; ничто не является случайным, относительные веса невидимых атомов материи и их сочетание в определенных пропорциях раскрывают законы, которые преобладали в первобытной структуре сотворенных вещей. Благодаря чудесному открытию этих законов доктор Дальтон поставил химию на строго числовую основу.

Химическое соединение различных видов атомов и объемов вещества в определенных пропорциях целых чисел полностью изменяет их характер и свойства, как, например, химическое соединение одного атома водорода и одного атома кислорода в воде. Конденсация часто бывает неожиданной и удивительной; дверазные жидкости часто конденсируются в твердое вещество, и результат химического соединения двух различных газов или паров в количественных пропорциях может быть твердым, жидким или воздушно-образным, факт, который мог быть обнаружен только экспериментальным путем. Силы атомов изменяются и часто сильно возрастают при химическом соединении, как в случае с аммиаком, химическим соединением из трех атомов водорода и одного азота, которое поглощает в 1195 раз больше лучистого тепла, чем его составляющие, простые или смешанные. При химическом соединении часто выделяются свет и электричество, а тепло - всегда. Выделяемое количество в точности пропорционально энергии химического действия и часто бывает настолько велико и выделяется так быстро, что вызывает взрыв из-за внезапного расширения окружающего воздуха. Какой бы ни была температура, выделяющаяся при соединении атомов, для растворения их соединения требуется одно и то же количество тепла, и атомы разделяются в тех же определенных пропорциях, в которых они были соединены.

Вольтово электричество как объединяет, так и разлагает вещества на их составные части строго в соответствии с законом определенных пропорций. Он объединяет восемь весовых частей кислорода и одну весовую часть водорода в воду; и снова, когда он разлагает воду, одна весовая часть водорода выделяется на отрицательном полюсе батареи и восемь весовых частей

на положительном или цинковом полюсе. Ибо электрический ток ослабляет или нейтрализует силу сродства в одном направлении и усиливает ее в другом, так что разнородные атомы вещества под его воздействием имеют тенденцию расходиться в разных направлениях и появляться на противоположных полюсах. М-р Фарадей установил в качестве общего закона, что количество электричества, необходимое для объединения атомов вещества, в точности равно количеству, необходимому для повторного разделения тех же атомов. Электрохимическое действие, или способность электричества объединять и разделять разнородные атомы вещества, прямо пропорционально абсолютному количеству электричества, которое проходит через ток. Отсюда превосходящая аналитическая сила вольта по сравнению со статическим электричеством, которое обладает огромной интенсивностью, но очень мало по количеству. Электрический ток разделяет молекулярные соединения, которые не поддаются никаким другим средствам: это самый мощный инструмент анализа; свет - самый чувствительный.

Два простых вещества способны только к определенному числу химических комбинаций, которые образуют регулярный ряд новых веществ; как, например, кислород и азот. Две меры газообразного азота соединяются с одной мерой кислорода с образованием протоксида азота; с двумя мерами кислорода он соединяется с образованием двуокси азота; с тремя мерами кислорода он образует гипонитрозную кислоту; с четырьмя он образует закись азота; и с пятью мерами кислорода он образует азотную кислоту. Таким образом, существует пять соединений азота и кислорода, не более. Сродство *вида* - это просто притяжение одного элемента или атома материи к другому; сродство *степени* заключается в степенях и пределах сочетания; предыдущий ряд относится к пятой степени; предел - это последний термин, поскольку дальнейшее сочетание этих двух газов невозможно, и это достигается искусством. Все пять веществ вредны, большинство из них смертельно опасны, поскольку протоксид азота, который является веселящим газом, нельзя долго вдыхать безнаказанно. Долгое время не хватало среднего термина в предыдущей серии, но Гей-Люссак сформировал его, соблюдая законы определенной пропорции и последовательности.

Атомы различных видов материи обладают сродством, или силой притяжения, которая химически связывает их вместе в разной и очень неодинаковой степени. Два вещества могут объединиться и образовать третье, отличное от обоих, как вода от кислорода и водорода; но если добавить новое вещество, которое обладает большей привлекательностью для одного из веществ, чем для другого, оно разрушит их соединение, соединится с тем, к чему оно имеет наибольшую привлекательность, и освободит другое. Таким образом, металлический калий, который притягивает кислород сильнее, чем водород, разлагает воду, соединяется с кислородом и высвобождает водород. И хлор, и озон обладают свойством высвобождать йод в слабом растворе йодида калия; жидкость окрашивает крахмал в синий цвет, что свидетельствует о наличии свободного йода. Легкость, с которой соединяются кислоты и щелочи, позволяет устранить либо то, либо другое из соединения, чтобы высвободить то, что остается.

Компоненты сложных веществ могут быть отделены друг от друга различными способами в зависимости от их большей или меньшей плавкости, летучести и других свойств. Вода, кислоты, спирты и другие жидкости, горячие или холодные, различной температуры, сублимация, растворение, дистилляция, выпаривание, вместе со статическим и вольтовым электричеством, являются наиболее мощными средствами анализа.

Но животные и растительные создания выращивают свои ткани синтетическим способом. Растение после поглощения углекислоты и воды разлагает углекислоту, возвращает кислород в атмосферу и объединяет углерод и воду в древесину, листья и различные органические вещества. Теперь ММ. Бертло, Велер и другие выдающиеся химики, следуя этому примеру природы, создали систему синтетической химии, с помощью которой они получили из химического сочетания трех элементарных газов и только углерода более 1000 полных органических веществ, точно таких же, как те, которые образуются в живых растениях и животных. И все же мы как никогда далеки от какого-либо объяснения тайны жизни, будь то животная или растительная.

Углерод и водород не соединяются при любом искусственном нагревании, каким бы сильным оно ни было; но когда электрическая дуга между выводами из высокоочищенного древесного угля проходит через газообразный водород, образуется ацетилен, новый карбюратор водорода, состоящий из четырех эквивалентов углерода и двух эквивалентов водорода. Это вещество, которое не способно образовать ни одно организованное существо, было открыто г-ном Бертло и, будучи принято за основу, дало обширный ряд органических веществ. Таким образом, когда к ацетилену добавляют два атома углерода, он становится олефиновым газом; когда к олефиновому газу добавляют два эквивалента кислорода, в результате получается спирт, который превращается в уксусную кислоту путем добавления двух атомов кислорода, и из этого аналогичным способом были получены яблочная, винная, янтарная и другие кислоты; также глицерин, который является сладким ингредиентом масел, воска, эфирных масел, ароматов фруктов и цветов, ингредиента бальзамов, эфирного масла горчицы и многих других органических веществ., просто из углерода, кислорода и водорода; но азот был введен путем соединения спирта с аммиаком, неорганическим веществом, состоящим из трех эквивалентов водорода и одного эквивалента азота, из которого было получено огромное количество азотированных веществ, как животного, так и растительного происхождения.

Химическая комбинация, которая с самого начала создавала вещи и продолжает создавать до сих пор органическую и неорганическую материю на земле, в воздухе и океане, проявляет силы трансцендентной мощи, хотя и молчаливые, незаметные и по большей части неизвестные. Профессор Тиндаль привел поразительный пример этого в воде, самом простом соединении кислорода и водорода, составляющем как органическую, так и неорганическую природу. "При сгорании двух газов с образованием галлона воды весом в десять фунтов затрачивается энергия, атомы сталкиваются друг с другом с силой, равной силе падения тонны груза с высоты 23 757 футов; а при переходе из состояния пара в состояние воды затрачивается энергия, равная энергии падения тонны груза с высоты 3700 футов или центнера груза, падающего с высоты 74 000 футов. Движущая сила каменных лавин в Альпах равна движущей силе снежинок по сравнению с энергией, участвующей в образовании облака. В конечном итоге, переходя из жидкого состояния в твердое, "то есть из воды в лед", атомы весом в десять фунтов выделяют энергию, равную энергии тонны, падающей с отвесной пропасти высотой 550 футов".

Из проведенного мистером Джоулем исследования связи, существующей между химическим сродством и механической силой, следует, что, когда сродство слабое, его можно преодолеть механически. Он образовывал амальгамы из различных металлов, то есть соединял их с ртутью с помощью электричества. Сродство железа к ртути настолько слабое, что амальгама быстро разлагается, если ее не нарушать давлением атмосферы, а если добавить большее давление, то почти вся ртуть вытесняется. Эффективность механической силы для преодоления слабого

химического сродства поразительно иллюстрируется амальгамой олова, из которой под длительным давлением вытесняется почти вся ртуть. В этих случаях сила сродства не равнялась химической эквивалентности, иначе ртуть не могла бы быть вытеснена столь малой силой. Примеры от самого слабого к самому сильному сродству показывают, что только тогда, когда мощность достигает определенной точки, вступает в силу закон химических эквивалентов. Только что была показана интенсивная энергия, которая затем начинает проявляться.

Тщетно надеяться на знание *абсолютного* веса первичных атомов материи, и, по-видимому, нет ничего более неподвластного человеку, чем определить даже их относительный вес; однако определенные пропорции, в которых они сочетаются, позволили ему сделать это. Таким образом, атом кислорода соединяется с атомом водорода, образуя воду; но поскольку каждая капля воды, какой бы маленькой она ни была, содержит восемь весовых частей кислорода и одну весовую часть водорода, из этого следует, что атом кислорода в восемь раз тяжелее атома водорода. Теперь, поскольку газообразный водород является самым легким из известных тел, в качестве единицы сравнения был принят его атом. Следовательно, если единица водорода представлена 1, то единица кислорода может быть представлена 8. Опять же, газообразная углекислота содержит шесть весовых частей углерода и восемь весовых частей кислорода, и поскольку атом кислорода в восемь раз тяжелее атома водорода, следовательно, атом углерода в шесть раз тяжелее атома водорода и, следовательно, может быть представлен числом 6. Таким образом были определены относительные веса многих веществ. Но свойство изоморфизма также предоставляет средства для установления атомных весов определенных веществ с безошибочной уверенностью. Это прямо противоположно диморфизму, ибо в последнем случае вещества химически одинаковы в различных формах; тогда как изоморфные тела химически различны в одной и той же форме. Итак, перекись марганца содержит один атом кислорода на один атом металла; но в 100 частях протоксида содержится 21·94 частей кислорода и 78·06 частей марганца. Сравнивая эти числа с 8 атомным весом кислорода, получаем 28 весов атома марганца. Такое же число получается из двух других изоморфных соединений кислорода и марганца, что доказывает точность этого результата. Были определены атомные веса многих тел, из которых наиболее важными являются следующие.

Атомные веса, единицей измерения которых является атом водорода.

Водород	1
Углерод	6
Кислород	8
Азот	14
Серы	16
Фосфора	
Натрий	23
23 Железо	
28	
Никель	
Марганец Бром	80

Медь	32
Цинк	32·5
Хлор	35·5
Калия	39
рубидия	86
цезия	133
Йод	127
Таллий	204

При определении атомных весов имело место несколько случаев использования дробных чисел, и хотя пока нельзя утверждать, что таких случаев не существует, все же это, по-видимому, установлено новыми и более совершенными анализами ММ. Дюма, Исидор, Уильямсон и другие, что атомные веса веществ по сравнению с атомом водорода выражаются целыми числами.

Этот закон приводит к очень важным результатам. Например, эквивалентные веса химических элементов тел, полученные на основе их удельного веса, либо идентичны, либо просто кратны или субкратны их относительным весам. Таким образом, удельный вес водорода равен $0 \cdot 0693$, а кислорода - $1 \cdot 111$; следовательно, принимая водород в качестве единицы сравнения, легко увидеть, что $0 \cdot 0693 : 1 \cdot 111 :: 1 : 16$, простое число, кратное 8, - относительный атомный вес кислорода. Фактически, поскольку каждое вещество имеет свой собственный удельный вес, этот вес должен зависеть от веса его атомов, так что веса равных объемов различных веществ пропорциональны весам их атомов, и, таким образом, устанавливается связь между атомными весами и удельными весами тел, так что при наличии одного можно найти другое.

Атомы, как и их вещества, обладают многими различными способностями к выделению тепла и электричества. М. Пети и Дюлонгом было доказано, что удельная теплоемкость, или количество тепла, необходимое для повышения температуры простого вещества до заданной температуры, обратно пропорционально массе его атомов, так что удельная теплоемкость или сила отталкивания простых веществ, умноженная на их атомные веса, является постоянной величиной. Таково условие, необходимое для равновесия или равенства сил; или закон может быть выражен следующим образом: данное количество тепла поднимет на одно и то же число градусов порцию каждого простого вещества, представленную его атомным весом. Например, атомный вес серы равен 16, а цинка - $32 \cdot 5$; следовательно, для повышения температуры фунта серы на десять градусов требуется в два раза больше тепла, чем для повышения температуры фунта цинка. Также было доказано, что атомы составных тел аналогичного состава наделены одинаковой теплоемкостью, так что существует полное соответствие между весом атомов и их удельной теплоемкостью. Числа, представляющие атомные веса, полученные из удельной теплоемкости тел, связаны с их эквивалентными атомными весами простыми соотношениями равенства, кратными или неполными.

Мистер Дж. Кроллл провел эксперименты, показывающие, что удельная теплоемкость сложных газов и жидкостей обычно меньше, а твердых веществ больше, чем у составляющих их элементов, что противоречит общепринятому до сих пор мнению. Более того, оказывается, что изменения в теплоемкости тел, происходящие при соединении, обусловлены не только

химическим действием, но и молекулярными изменениями; реальная теплоемкость простого атома, вероятно, остается неизменной при любых условиях.

Мистер Фарадей доказал, что удельная электрическая мощность различных веществ также пропорциональна их атомным весам, то есть данное количество электричества разделит объединенные вещества на части, представленные их атомными весами. Например, 32 · 5 частей цинка вырабатывают электрическую энергию, достаточную для разделения девяти частей воды на восемь частей кислорода и одну часть газообразного водорода. Веса, полученные таким образом в результате разложения, в точности совпадают с весами, определенными по составу, и, таким образом, атомные веса, полученные в результате электроразложения, в точности соответствуют атомным весам, полученным в результате химического состава. Более того, мистер Фарадей, как уже упоминалось, доказал, что то же самое количество электричества, необходимое для разложения тела на его элементарные атомы, необходимо и для их повторного объединения. Анализ и синтез сложных веществ, твердых или текучих, показывают постоянную и определенную пропорцию составляющих элементов, выраженную числом, а также эквивалентным или кратным соотношением частей при каждом химическом изменении.

Атомная теория объединяет общей связью удельный вес, химическое сродство, тепло и электричество. Берут атмосферный воздух при температуре 60 ° по Фаренгейту. и барометрическое давление в 30 дюймов в качестве стандартной единицы удельного веса; количество тепла, необходимое для увеличения объема воды на 1 ° по Фаренгейту. в качестве единицы удельной теплоемкости; газообразного водорода в качестве единицы атомного веса; и атомного электрохимического электричества в качестве единицы удельного электричества были установлены следующие цифры:

	Удельный вес	эквивалентного атомного веса	Удельная теплоемкость	удельного электричества
Водород	0.0693	1	0.2936	1000
Кислород	1.111	8	0.2361	125
Углерод	13.2	6	0.2631	
Азот	0.978	14	0.2750	

Расстояния между атомами газов равны, следовательно, атомные веса простых газов пропорциональны их плотности; и по той же причине равные объемы одной и той же жидкости содержат равное количество атомов, а количество атомов в одном и том же объеме различных жидкостей находится в простом соотношении один к одному, один к двум, один к трем и т.д.

Из атомной теории следует, что количество атомов, равных по весу любым двум твердым веществам, обратно пропорционально весам этих атомов. Теперь, поскольку тела, обладающие наибольшим удельным весом, являются самыми тяжелыми, если известны удельный вес и атомные массы равных объемов двух простых веществ, то можно найти относительное количество атомов, которые они содержат. Ибо плотность, деленная на атомный вес одного, равна плотности, деленной на атомный вес другого, как количество атомов в первом на количество атомов во втором. Согласно предыдущему закону, установлено, что в равных количествах трех металлов - натрия, платины и калия - платина содержит в пять раз больше атомов, чем натрий, и в десять раз больше, чем калий. Когда вещества, обладающие сильными

аналогичными свойствами, сравниваются таким образом, результатом является либо равенство, либо простое соотношение.

Уже упоминалось, что протоксиды железа, меди, цинка, никеля и марганца имеют одинаковую форму и содержат одинаковое количество кислорода, но различаются соответствующими металлами, которые с ним соединены; и по предыдущему закону оказывается, что равные объемы этих изоморфных тел содержат также одинаковое количество атомов.

Г-н Герман Копп доказал, что атомный вес вещества, деленный на удельный вес, то есть на его атомный объем, одинаков для всех изоморфных тел, простых и составных, и как общий закон, что атомы изоморфных веществ не только одинаковы по форме, но и равны по размерам. Из этого следует, следовательно, что любой из предшествующих металлов может быть заменен любым другим в соответствующих протоксидах, и по этой причине, согласно современной теории, они являются химическими эквивалентами друг друга, поскольку это выражение используется теперь в ином смысле, чем тот, который оно имело раньше. Химическая эквивалентность между двумя или более веществами заключается в их способности заменяться одно на другое. Прямая или косвенная замена составляет основу современной доктрины химических эквивалентов.

Вещества, которые способны заменять друг друга в соединениях и которые наделены свойствами, аналогичными друг другу, называются изомерными. Многие изомерные соединения образуются из одних и тех же материалов в одинаковых пропорциях и все же существенно различаются как по своим физическим, так и по химическим свойствам; отсюда М. Даниэль замечает, что специфическое и определенное расположение составляющих молекул в пространстве, по-видимому, не менее важно для индивидуального строения тел, чем определенное соотношение между их разнородными ингредиентами.

Последовательное замещение в изомерных телах не изменяет характера химических формул этих тел; таким образом, хлор, бром и йод химически эквивалентны атому водорода, поскольку их можно заменить одним или несколькими атомами водорода в различных соединениях без изменения характера химических формул этих соединений. Перекись водорода состоит из одного атома водорода и двух атомов кислорода; следовательно, если на атом водорода последовательно положить 32·5 частей цинка, 28 частей марганца и 32 части меди, то в результате получатся переокиси цинка, марганца и меди соответственно. Здесь характер химической формулы исходного соединения остается прежним, и три металла химически эквивалентны друг другу и атому водорода. Во многих органических и неорганических соединениях один или несколько атомов водорода могут быть заменены равным количеством атомов натрия, калия, цинка и т.д., Без изменения характера химической формулы соединения.

Олефиновый газ, олефиновое масло и парафин образуют изомерную последовательность газа, жидкости и твердого вещества, состоящую из углерода и водорода. Газ содержит 86 частей углерода на 100 и образует наиболее светящуюся часть угольного газа.

М. Дюма доказал, что это общий закон, согласно которому, когда три изомерных тела расположены в последовательности их химических свойств, будет также последовательность их соответствующих атомных номеров, и что всякий раз, когда достигается эта симметрия химических свойств и атомных весов, любое из этих веществ может быть заменено другим без изменения химического характера формулы.

Сера, селен и теллур образуют изомерную группу; то есть они образуют последовательность с аналогичными свойствами, поскольку сера наиболее летуча; селен, простое вещество, содержащееся в железном колчедане в Швеции, менее летуч; а теллур наименее летуч, и что касается их атомной последовательности, атомный вес серы равен 16, теллура - 64, а половина суммы этих чисел равна 40, атомный вес селена, среднее значение. Следовательно, селен может быть добавлен в любое соединение вместо серы, а теллур вместо селена, без изменения химического характера его формулы.

Металлические группы кальция, стронция и бария наделены аналогичными свойствами, совершенной гармонией по своим химическим качествам и числам, выражающим их атомный вес. У кальция этот показатель равен 20, у бария - 68, а полусумма равна 44, атомному весу стронция. Таким образом, кальций можно заменить на стронций, а стронций - на барий в любом соединении без изменения характера его формулы. Профессора Джонсон и Аллен показали, что новые металлоиды цезий и рубидий образуют с калием изомерную триаду, поскольку атомный вес цезия равен 133, рубидия - 86, а калия - 39.

Превращения одного изомерного вещества в другое также могут происходить в органических телах, но хлор, бром и йод составляют исключение из закона М. Дюма, поскольку отсутствует арифметическое соотношение.

Существуют определенные группы веществ, особенно среди металлов, атомные веса которых приведены в правильных арифметических рядах, например, у титана, олова и тантала, которые равны 25, 59 и 92, общая разница составляет 34.

Определенные группы объединенных атомов, называемые составными радикалами, гораздо важнее предыдущих. Они химически соединяются друг с другом и с другими веществами в определенных пропорциях, точно так, как если бы они были конечными атомами. Они даже способны заменяться друг другом, образуя группы с бесконечно разнообразными свойствами, и, таким образом, химическая эквивалентность распространяется и на них.

Циан, амидоген и пероксид водорода представляют собой сложные радикалы, которые соединяются с другими веществами и с простыми атомами, как если бы они сами были простыми элементами; хотя первый представляет собой химическое соединение из двух атомов углерода и одного азота, второй - химическое соединение из одного атома азота и двух атомов водорода, а пероксид содержит, как упоминалось ранее, два атома кислорода и один атом водорода. Все три способны заменять водород, хлор и металлы эквивалентными заменами. Например, хлорат поташа состоит из одного атома поташа, атома хлора и пяти атомов кислорода; если затем вместо атома хлора поместить атом циана, масса которого равна 26, то в результате получится цианат поташа.

Циан, образующийся при пропускании азота через раскаленный углерод, состоит из двух эквивалентов углерода и одного эквивалента азота. Он часто входит в состав органических и неорганических соединений и перемещается в электрической цепи, как если бы это было простое вещество.

Аммиак состоит из трех эквивалентов водорода и одного азота; теперь, когда фенильный радикал, состоящий из двенадцати эквивалентов углерода и пяти эквивалентов водорода, добавляется в аммиак для получения одного эквивалента водорода, в результате получается анилин, из которого получают большинство красителей каменноугольной смолы. Подобным

образом карбазоновая кислота, красивый желтый краситель из каменноугольной смолы, представляет собой карболовую кислоту, три эквивалента водорода в которой заменены тремя эквивалентами оксида азота.

Были открыты составные радикалы, состоящие из углерода и трех элементарных газов, которые вступают в соединение в определенных пропорциях в виде простых атомов, и все составные радикалы перемещаются по гальванической цепи как эквиваленты элементарных веществ. До сих пор они рассматривались как представители или эквиваленты одного атома водорода. В настоящее время общепризнано, что каждый из них обладает свойством замещать два, три или более атомов водорода эквивалентной заменой. Эта множественная эквивалентность между составными радикалами составляет основу так называемой многоатомной теории, которой сейчас так активно пользуются М. М. Хофманн, Бертло и другие великие современные химики.

Вода - самый распространенный радикалит как в неорганическом, так и в органическом мире. Хотя это соединение кислорода и водорода, оно входит, согласно закону определенной пропорции, в состав различных аморфных тел в сухом состоянии, то есть в форме и соотношении содержащихся в нем газов. Он является важным элементом в большем количестве кристаллов и содержится в большом количестве органических веществ. В определенных случаях одно и то же вещество кристаллизуется при разных температурах, соединяется с разными количествами воды в виде кислорода и водорода и принимает соответствующие формы. Например, селениат цинка соединяется с тремя разными порциями воды и принимает три разные формы, в зависимости от того, какая у него температура: горячая, чуть теплая или холодная. Таким образом, каждая частица воды, содержащая один атом кислорода и один атом водорода, соединяется с одним атомом цинка в трех различных пропорциях, как если бы это был простой атом.

Кристаллизационная вода может быть удалена из многих веществ нагреванием, например, из гидратов извести, железа, меди и т. Д., Но при соединении с оксидами некоторых металлов, например калия, ее невозможно удалить никакими средствами. Как правило, достаточно тепла в 212 ° по Фаренгейту, но некоторые кристаллы теряют свою кристаллизационную воду при обычной атмосферной температуре.

Кристаллы, атомы которых находятся в неустойчивом равновесии, легко изменяются как внешне, так и внутренне при очень умеренной степени нагрева. Арагонит и известковый шпат изомерны, то есть химически одинаковы, но различаются по форме и твердости, что показывает, что их молекулы сгруппированы по-разному. Когда арагонит нагревается, инерция его атомов преодолевается, кристалл с силой взрывается и превращается в массу кристаллов известкового шпата. Расширяющаяся сила тепла, внезапно преодолевающая силу сцепления, вызывает взрыв и в то же время нарушает неустойчивый покой атомов, которые немедленно подчиняются своему естественному притяжению и принимают устойчивую форму известкового шпата.

Диализ - это метод разделения и анализа веществ путем их диффузии в спирте или воде. Если флакон с широким горлышком, почти полный раствора поваренной соли, поместить в банку с водой, то через несколько дней будет обнаружено, что частицы соли вышли из флакона и распространились через сверхсодержащую воду даже на ее поверхность. Профессор Грэхем, директор Монетного двора, совместно с которым возникла эта тема, изготовил три устройства, точно подобных описанному; три флакона были совершенно одинаковыми и равными, три банки

были абсолютно одинаковыми по размеру и форме и содержали одинаковое количество воды; но первый флакон содержал раствор гуммиарабика, второй - раствор английской соли, а третий - раствор обычной соли. Через четырнадцать дней диффузия камеди повысилась через половину сверхвысокого слоя воды, в то время как частицы обеих солей поднялись на поверхность. Однако уровень обычной соли поднялся бы намного выше, потому что, когда слои воды на двух поверхностях были удалены сифоном и выпарены досуха, обычной соли оказалось в пятнадцать раз больше, чем английской. Три раствора тяжелее воды, но они поднимаются, несмотря на свое притяжение, поэтому г-н Грэхем считает, что, вероятно, существует притяжение между частицами растворенных веществ и частицами воды. Сила молекулярного притяжения более мощна, чем гравитация, следовательно, частицы должны подниматься за счет разницы этих двух сил.

После многих сравнительных экспериментов профессор пришел к выводу, что большинство веществ различаются по диффузионной способности и что кристаллоиды или кристаллические вещества, такие как соли, сахара и т.д., гораздо более диффузионны, чем коллоиды или аморфные липкие тела, такие как жевательная резинка, карамель, желе, а также вещества, которые соединяются с водородом воды с образованием студенистых гидратов.

Частичное разложение определенных химических соединений может осуществляться путем диффузии. Квасцы, представляющие собой двойной сульфат двух металлов калия и алюминия, служат примером; когда соединениям калия дают возможность диффундировать из их водного раствора, способность соединений калия к диффузии настолько превышает диффузионные свойства соединений алюминия, что часть сульфата калия фактически отделяется от сульфата алюминия, с которым он был соединен, для того, чтобы диффундировать в переувлажненной внешней воде более свободно, чем это может сделать сульфат алюминия.

Обычная соль диффундирует в твердой массе желе почти так же легко и широко, как в том же объеме свободной воды. Таким образом, коллоидные тела не препятствуют диффузии кристаллоидов, таких как соли, но они почти полностью препятствуют диффузии друг друга. Растворы солей, сахаров и других кристаллоидов свободно проходят через коллоидные вещества, такие как пергаментная бумага, пергаментная бумага и мембрана, в воду, хотя у них нет пор, потому что частицы кристаллов диффузионно соединяются с водой, соединенной в этих веществах, чего не могут делать растворы жевательной резинки, карамели и других коллоидов. Эти коллоидные вещества проницаемы для растворов кристаллоидов, непроницаемы для растворов коллоидов. Это представляет собой диализ.

Инструмент, которым пользовался мистер Грэхем, представлял собой небольшой поднос, сделанный из пергамента или мембраны, туго натянутой на обруч из гуттаперчи и способной удерживать жидкость и плавать на воде. Когда смешанный раствор из равных частей соли и камеди будет помещен в поддон, через некоторое время вся соль перейдет в воду внизу, и в поддоне не останется ничего, кроме водного раствора камеди.

Ниже приводится один из самых необычных результатов диализа. Мистер Грэхем взял силикат соды, растворимую кристаллическую соль, образующуюся при сплавлении кварца с карбонатом соды при нагревании до красного цвета, которая легко диффундирует. Он подкислял водный раствор соли соляной кислотой, которая превращала входящий в ее состав кремнезем из кристаллоидного вещества в коллоидную форму. Когда жидкость была налита в поддон, плавающий на воде, через четыре дня вся кислота и хлорид натрия растворились в

воде, и в поддоне не осталось ничего, кроме водного раствора кварца. На самом деле оставался раствор песка в воде, вещества настолько твердого, что его чистый водный раствор никогда не был получен. Многие другие кристаллические вещества, помимо кварца, могут существовать как в коллоидном, так и в кристаллоидном состоянии.

Все коллоидные вещества характеризуются некристаллическими свойствами, низкой диффузионностью, химической инертностью, высоким атомным весом и, прежде всего, их изменчивостью. Водный раствор кварца прозрачен и жидок, даже если его содержание составляет 14%. состоит из кремнезема, но через некоторое время он становится опалесцирующим, вязким и в конечном итоге превращается в твердое нерастворимое желе, способное, однако, растворяться химическим путем. Это желе постепенно сжимается, выделяет чистую воду и при полном высыхании образует стекловидное, прозрачное, но не безводное вещество, а остаток, оставшийся при воспламенении, имеет удельный вес $2 \cdot 2$, а кристаллизованный диоксид кремния - $2 \cdot 6$.

Мистер Грэм получил множество чистых водных растворов органических и неорганических веществ, большинство из которых были нестабильны. Считается, что лед, близкий к температуре плавления или находящийся в ней, является коллоидным телом, следовательно, он нестабилен и напоминает твердое желе, имеющее тенденцию к разрыву и рекомбинации. "Постоянное вмешательство коллоидных перегородок во многие явления животной и растительной жизни придает теме диализа высокий физиологический интерес, и это, несомненно, окажет важное влияние на прогресс физиологических исследований".^[12]

Впоследствии этих исследований мистер Грэм опубликовал мемуары о новом методе анализа газов, который он назвал атмосфероллизом. Мемуары можно рассматривать как состоящие из четырех частей, первая из которых является предварительной и посвящена взаимной диффузии газов через пористые пластины. Следующие три части относятся к эффузии, или прохождению газов под постоянным давлением через крошечное отверстие в очень тонкой пластинке в вакуум; транспирации, или прохождению газов через капиллярные трубки в вакуум; и, наконец, к атмосфероллизу, который представляет собой частичное разделение смеси газов и паров различной степени диффузионности путем предоставления им возможности диффундировать через пористую пластинку в вакуум: новый вид анализа, который имеет практический характер широкого применения.

Рассеивающий инструмент, которым пользовался мистер Грэм, представлял собой цилиндрическую стеклянную трубку диаметром около дюйма и длиной десять дюймов, один конец которой был закрыт очень тонким пористым диском из спрессованного искусственного графита, скрепленного смолистым цементом. Пока трубка заполнялась газообразным водородом над желобом со ртутью, утечку газа предотвратили, очень тщательно покрыв графит тонким листом гуттаперчи. Как только гуттаперча была удалена, началась взаимная диффузия газов, и в течение от сорока до шестидесяти минут весь водород вышел из трубки, и количество атмосферного воздуха, составляющее примерно четверть объема водорода, вошло в трубку и заняло ее место, согласно обычному закону диффузии газов. За это время ртуть поднимается в трубке, образуя столбик высотой в несколько дюймов, что является поразительной демонстрацией интенсивности силы, с которой осуществляется взаимное проникновение различных газов.

Природный свинец или графит имеют небольшую пористость или вообще не имеют ее, и их нельзя использовать в этих экспериментах, но поры искусственного графита, из которого изготавливаются карандаши, кажутся настолько крошечными, что только отдельные молекулы газа способны проходить, однако трению совсем не препятствуют; ибо мельчайшие поры, которые, как мы можем предположить, существуют в графите, должны быть настоящими туннелями по сравнению с мельчайшими атомами или молекулами газообразного тела. Причина движения, по-видимому, заключается исключительно в том внутреннем движении молекул, которое в настоящее время общепризнано как существенное условие материи в газообразном состоянии. Предполагается, что молекулы и атомы идеально эластичны и движутся во всех направлениях с разной скоростью в зависимости от природы газа. Заключенные в пористый сосуд движущиеся атомы постоянно ударяются о его стенки и друг о друга, но вследствие их совершенной эластичности в результате столкновения движение не теряется. Когда газы внутри и снаружи трубки имеют одинаковую плотность и молекулярное движение, обмен происходит без какого-либо заметного изменения объема; но когда два газа имеют разную плотность и молекулярные скорости, тогда взаимное проникновение перестает быть равным с двух сторон. Взаимная диффузия газов ускоряется теплом и замедляется холодом; натяжение газов увеличивается в первом случае и уменьшается во втором.

В экспериментах мистера Грэма, связанных с эффузией, газ под постоянным давлением находился по одну сторону крошечного отверстия в очень тонкой пластинке, а вакуум - по другую. Скорость, с которой воздух или газы попадают в вакуум, зависит от их удельного веса. Газ устремляется в вакуум со скоростью, приобретаемой тяжелым телом при падении с высоты атмосферы, в которой рассматриваемый газ, как предполагается, везде имеет одинаковую плотность. Высота этой однородной атмосферы будет обратно пропорциональна плотности газа. Например, атмосфера водорода будет в 16 раз выше атмосферы кислорода. Но поскольку скорость, приобретаемая тяжелым телом, прямо пропорциональна не высоте, а квадратному корню из высоты, отсюда следует, что скорость потока различных газов в вакуум будет обратно пропорциональна квадратному корню из их соответствующих плотностей. Скорость потока кислорода представлена 1, скорость потока водорода будет представлена 4 квадратным корнем из 16. Этот закон был подтвержден экспериментально и вполне аналогичен тому, который регулирует молекулярную диффузию, но явления существенно отличаются. Именно газ в массе участвует в движениях эффузии, в то время как движения диффузии затрагивают только молекулы или атомы газа. По этой причине скорость истечения газа во много тысяч раз превышает скорость диффузии. Скорость истечения атмосферного воздуха так же велика, как скорость звука.

Скорость потока различных газов под постоянным давлением через капиллярные трубки в вакуум составляет капиллярное испарение газов. Эти скорости находятся в постоянной пропорции друг к другу, но они разительно отличаются от скорости излияния. Они не зависят от материала трубки; они не зависят от удельного веса; и "они, по-видимому, не находятся в постоянной связи ни с одним другим известным свойством тех же газов; и они образуют класс явлений, удивительно изолированных от всех других известных в настоящее время газов".

Поры графита настолько мелки, что он не способен ни вытекать, ни испаряться, но в него легко проникают молекулярные или диффузионные движения газов, как видно из сравнения времени, необходимого для прохождения равных объемов различных газов под постоянным давлением в

вакуум. Для кислорода, водорода и углекислого газа времена равны почти квадратному корню из их плотностей.

Атмосфероллиз или частичное разделение смешанных газов и паров с неодинаковой диффузионной способностью может быть достигнуто путем пропускания смеси через графитовую пластину в вакуум. Степень разделения пропорциональна давлению и достигает максимума, когда газы переходят в идеальный вакуум. Одним из результатов атмосферного анализа была концентрация кислорода в атмосферном воздухе. Когда части воздуха, содержащегося в сосуде, позволяли проникать в вакуум через графитовую или неглазурованную фаянсовую посуду, азот проходил быстрее, чем кислород, в соотношении 1.0668 к 1 , и доля кислорода пропорционально увеличивалась в воздухе, оставшемся в сосуде. Увеличение содержания кислорода, фактически наблюдаемое при уменьшении объема воздуха в сосуде с 1 до $0,5$, составило $0,48\%$. Диффузию продолжали до тех пор, пока количество воздуха в сосуде не уменьшилось до 0.0625 и концентрация кислорода в нем не составила 2.02% . Молекулярная или диффузионная подвижность оказывает определенное влияние на нагрев газов при контакте с нагретой жидкостью или твердыми веществами. Чем быстрее молекулярное движение газа, тем чаще будет происходить контакт молекул и тем быстрее будет передаваться тепло. Вероятно, именно этой причине объясняется большая охлаждающая способность водорода по сравнению с кислородом или воздухом. 'Кислород и газообразный водород имеют одинаковую удельную теплоемкость при равных объемах; но к горячему предмету, помещенному в водород, на самом деле прикасаются в $3-8$ раз чаще, чем к нему при помещении в газообразный кислород. Дальтон уже приписывал эту особенность водорода высокой подвижности газа.'^[13]

Похоже, что изоморфные вещества, такие как хлорид, бромид и йодид натрия, обладают аналогичной способностью к диффузии, что является еще одной из многих аналогий между этими уникальными морскими веществами.

Современная химия, по сути, экспериментальна; беспрецедентный размах, которого достигли британские промышленные предприятия, достигнут главным образом благодаря экспериментам, проводимым с непревзойденным мастерством и сноровкой. В ходе этих исследований иногда возникали случайные обстоятельства, которые приводили к другим исследованиям, совершенно отличным от того, что планировалось изначально, которые дали неожиданные и бесценные результаты. Хотя простых элементов немного, они способны к бесконечному разнообразию комбинаций, так что путем анализа и новых комбинаций наиболее полезные и ценные материалы теперь получают из неприятных или бесполезных веществ, ранее выбрасываемых. Примеров этому множество, но опилки можно упомянуть как один из самых замечательных. Он не годился даже на топливо, но теперь из него получают щавелевую кислоту, отбеливающий элемент, наиболее широко используемый в различных процессах печатания ситца; можно представить необходимое количество, поскольку хлопчатобумажная ткань, ежегодно печатавшаяся в Великобритании до американской войны, девятнадцать раз опоясывала земной экватор. Щавелевая кислота, которая является растительным веществом, содержится в сочетании с калием в древесном щавеле или *Oxalis acetosella*, которые обычно получают из сахара или крахмала под действием азотной кислоты. Итак, крахмал, сахар и древесные волокна, или фибрин, содержат двенадцать частей углерода и разные доли кислорода и водорода, всегда в пропорциях, которые образуют воду; отсюда и название углеводов. Их состав настолько схож, что один может быть заменен другим путем добавления

или вычитания одного или двух атомов воды из его атомной формы; таким образом, когда плоды созревают, крахмал, который они содержат, превращается в сахар путем добавления одного атома воды в его сухой форме.

Теперь опилки представляют собой древесное волокно, и их можно заменить азотной кислотой на щавелевую, как и другие. Но на самом деле используется менее дорогой метод.

Когда опилки, смешанные с двумя эквивалентами гидрата соды и одним эквивалентом гидрата поташа, в течение нескольких часов нагревают до 400°C , вещества плавятся, а при нагревании до еще более высокой температуры гидраты разлагаются: выделяется водород, и углерод соединяется с кислородом, образуя оксалат соды и оксалат поташа. Чтобы отделить эти оксалаты, их помещают в фильтр, через него пропускают раствор карбоната соды; оксалат соды остается в фильтре, карбонат калия проходит через него; и когда к оксалату соды добавляют известь, сода высвобождается, проходит через фильтр, а оксалат извести остается. Затем к оксалату извести добавляют серную кислоту, образуется сульфат извести, а щавелевая кислота, смешанная с водой, остается и при выпаривании образует красивые кристаллы щавелевой кислоты. Это пример сложного химического процесса; тем не менее, он широко используется в Манчестере, и только одна мануфактура производит девять тонн в неделю. Из двух фунтов опилок получается один фунт щавелевой кислоты.

При обычной дистилляции летучее вещество, такое как вода, поглощая приложенное к нему тепло, превращается в пар; отводя поглощенное тепло от пара, оно вновь превращается в исходное вещество. Деструктивная дистилляция, напротив, состоит из полного разрушения исходного вещества и одновременного получения новых веществ. Деструктивная перегонка угля служит наиболее интересной иллюстрацией этого и в то же время демонстрирует успехи современной химии в утилизации отходов.

Уголь перегоняли в течение многих лет, чтобы получить газ для освещения наших городов, прежде чем было обнаружено, что отходы содержат вещества величайшей ценности. Продукты дистилляции бывают трех видов: газ, угольная вода и каменноугольная смола.

Угольный газ представляет собой комбинацию различных газов, осветляющие свойства которых зависят от количества содержащегося в них углерода и точно пропорциональны ему. Частицы углерода, раскаленные до белого каления, дают свет, поскольку газообразная часть имеет слабое пламя и требует более высокой температуры, чем твердое вещество, которое становится светящимся при температуре около 700° в темноте и от 1000° до 2000° при ярком дневном свете. Угольный газ состоит из комбинации осветительных веществ: олефинового газа, который содержит 86% углерода, карбюрированного водорода или болотного газа, который содержит 75%, оксида углерода, углекислого газа, водорода, сероводорода и очень небольшого количества азота, помимо бисульфида углерода, и бензола, чистого гидроуглерода, состоящего из 12 эквивалентов углерода и 6 эквивалентов водорода.

Ядовитость угольного газа обусловлена окисью углерода, которая смертельна для жизни, а его взрывоопасность - карбюраторным водородом, который также образуется при разложении растительных веществ в стоячих бассейнах и болотах; а рудничный газ все еще свидетельствует о растительном происхождении угля. Сила взрыва этого смертоносного газа возрастает по мере его смешивания с атмосферным воздухом и достигает максимума, когда его содержание достигает 12 процентов. Водород, карбюраторный водород и окись углерода не сильно

усиливают свет из-за слабого пламени водорода и небольшого количества углерода, который они содержат, но они вытесняют основные осветительные газы из железных реторт, в которых перегоняют уголь, до того, как тепло успеет их разложить, и они также позволяют им гореть без запаха или дыма.

Углекислота, бисульфид углерода и сероводород являются примесями, от которых освобождается угольный газ до того, как он станет пригодным для использования. При пропускании газа над известью известь поглощает как углекислоту, так и сероводород; один процент. содержание углекислоты снижает освещающую способность на шесть процентов, а сероводород имеет отвратительный запах.

От бисульфида углерода, состоящего из одного эквивалента углерода и двух эквивалентов серы, избавляются, пропуская газ над горячей известью. Вода, содержащаяся в извести, разлагается, и образуются окись углерода и сероводород; но последний может быть поглощен повторным пропусканием газа над известью или через смесь опилок и окиси железа. Оксид железа разлагает сероводород, образует воду и сульфид железа, затем воздух восстанавливает сульфид до оксида, и сера осаждается в смеси. После пропускания газа через него до тех пор, пока не останется ни одной из этих примесей, газ пригоден для использования. Тест представляет собой нитропруссид натрия, который газ окрашивает в фиолетовый цвет, если остается какая-либо примесь.

Парафин, уже упомянутый как изомерный, представляет собой чистый углеводород, бесцветный, прозрачный и имеющий кристаллическую структуру. Он плавится при высокой температуре в 120° и 130°, жжет, как воск без запаха или дыма, и делает красивые свечи, которые дают яркий свет на счете 86 процентов. углерода, содержащихся в них. Парафиновое масло широко используется для изготовления ламп; производство этих двух веществ в Батгейте является одним из крупнейших химических предприятий в мире.

Черная газообразная вода, образующаяся при перегонке угля, ранее выбрасывавшаяся, настолько богата солями аммиака, что стала основным источником получения этих материалов, столь важных в технике.

Хорошо известно, что аммиак представляет собой бесцветный газ с резким запахом, состоящий из одного эквивалента азота и трех эквивалентов водорода. Он имеет щелочной характер, соединяясь с кислотами, и чрезвычайно растворим в воде.

Теперь газообразная вода содержит карбонат аммиака и сульфид аммония, и когда в жидкость добавляется любая кислота, достаточно сильная для разложения этих веществ, летучие углекислота и сероводород удаляются, и кислота соединяется с аммиаком с образованием соли. Например, когда соляную кислоту добавляют в жидкость, она выделяет летучие газы и соединяется с аммиаком в растворе с образованием солянокислого аммиака, который растворяют в воде и выпаривают до кристаллизации; затем его выпаривают и возгоняют, чтобы освободить от примесей.

Когда аммиак и соляная кислота испаряются по отдельности, два бесцветных прозрачных пара при смешивании соединяются в твердый соляной раствор аммиака, результат настолько неожиданный, что, как справедливо замечает мистер Плейфейр, он мог быть получен только экспериментальным путем. Ежегодно в Англии из водянистого газа производится около 4000 тонн солянокислого аммиака для пайки и изготовления квасцов.

Ежегодно производится сульфат аммиака в количестве 5000 тонн путем добавления в жидкость купоросного масла. Он также используется для производства квасцов, а также для внесения навоза; он обеспечивает наше зерно азотом, важным элементом растительного питания. К ним можно добавить 2000 тонн карбоната аммиака, так что вещество, которое считалось ни на что не годным, дает 11 000 тонн ценных материалов, но даже это количество составляет лишь часть огромного количества, ежегодно потребляемого промышленными предприятиями Великобритании.

Каменноугольная смола имеет сложную природу и содержит множество веществ, многие из которых более или менее летучи. Когда его перегоняют, пропуская через него поток пара, пар собирает летучие компоненты и конденсирует их в нефть; первый продукт - это конденсированный пар или вода с плавающей на поверхности нефтью, следующий продукт - отработанное масло, а остаток - пек.

С помощью полученной таким образом сырой нефти растворяется индийский каучук и изготавливается водонепроницаемая одежда. При очистке серной кислотой образуется вещество, похожее на смолу, которое выбрасывается, а остающимися продуктами при освещении являются кислые масла и нейтральные углеводороды. Карболовая и кресиловая кислоты являются наиболее важными из этих кислотных масел. Карболовая кислота, обладающая свойством останавливать гниение и гниение органических веществ, состоит из 12 эквивалентов углерода, 6 эквивалентов водорода и 2 эквивалентов кислорода. Крециловая кислота отличается от предыдущей только тем, что в ее химическом составе есть еще два эквивалента водорода и два эквивалента кислорода.

Креозот представляет собой смесь этих двух кислот. Огромные деревянные балки, которые вбиваются в виде свай в песок или ил на дне моря, а также бревна, образующие морские надстройки, пропитываются им на определенную глубину, чтобы уберечь их от нападений морских насекомых, особенно *Limnoria terebrans*, равноногого ракообразного, которое так разрушительно действует в некоторых наших гаванях. Из-за высокой температуры древесина лишается воздуха, и креозот легко проникает внутрь.

Карболовая кислота является жидкой, но становится твердой при очистке и сушке; и, как уже упоминалось, ярко-желтый краситель, карбазоновая кислота, один из красителей каменноугольной смолы, представляет собой сложный радикал, в котором перекись азота заменила три эквивалента водорода. Другие красители каменноугольной смолы получают из нейтральных гидроуглеродов, то есть соединений водорода и углерода, таких как бензол, толуол и другие аналогичные вещества.

Бензол, состоящий из 12 эквивалентов углерода и 6 эквивалентов водорода, очень летуч, кипит при температуре 117 ° по Фаренгейту, и при воздействии азотной кислоты образует сложный радикал, в котором один эквивалент оксида азота заменяет один эквивалент водорода. Он сильно пахнет горьким миндалем и может быть безопасно использован вместо него. Когда воду и железо смешивают с нитробензолом, железо соединяется с кислородом и образует оксид железа, в результате чего образуются ржавое железо и анилин, которые являются источником и основой красок каменноугольной смолы. Теперь анилин состоит из 12 эквивалентов углерода, 7 эквивалентов водорода и 1 эквивалента азота. Это сложный радикал: это аммиак, в котором один эквивалент водорода заменен фенильным радикалом, состоящим из 12 эквивалентов

углерода и 5 эквивалентов водорода. Можно отметить, что во всех этих химических операциях количество углерода оставалось неизменным.

Анилин представляет собой бесцветную жидкость и, являясь аналогом аммиака, легко соединяется с различными кислотами, образуя прекрасные красители из каменноугольной смолы, которыми мир обязан блестящим исследованиям доктора Хофманна, профессора химии.

Соединяя раствор хлористой извести с бесцветным жидким анилином, он получил красивый лиловый цвет, но его нельзя было использовать в качестве красителя, пока его ученик мистер Перкинс не придаст ему стойкий оттенок. Его следующим открытием стал насыщенный малиновый кристаллический краситель magenta, который месье Верген впервые ввел в торговлю в Лионе в качестве красящего средства. Его можно получить путем смешивания безводного двуххлористого олова с анилином и последующего удаления избытка анилина нагреванием. Другие хлориды металлов, нитраты и многие окислители обладают способностью превращать анилин в пурпурный цвет; например, когда две бесцветные жидкости уксусную кислоту и анилин смешивают и нагревают, происходит химическая комбинация, при которой три атома аммиака сливаются в один, образуется соль, представляющая собой ацетат анилина или пурпурного цвета. Здесь две жидкости соединяются, образуя твердое вещество, и, как и во многих других случаях, полученное вещество обладает способностью разлагать свет, чего не может сделать ни одна из его составляющих. Пурпурный имеет более красный оттенок, чем лиловый, и по этой причине его иногда называют анилиновым красным. Профессор Хофманн совсем недавно обнаружил, что чистый анилин не обладает свойством производить эти цвета, но что они происходят из примеси анилина, называемой толуидином.

Розанилин или розеин, белое вещество, является основой анилина. Это мощная щелочь, легко соединяющаяся с кислотами с образованием ярко окрашенных солей, многие из которых имеют тенденцию к кристаллизации, например пурпурный. Это основание легче всего извлекается из ацетата анилина. Кипящий раствор этой соли, разлагаемый большим избытком аммиака, дает кристаллический осадок красноватого цвета, и когда бесцветная жидкость отделяется от осадка фильтрованием, он осаждается на остывающих идеально белых иглах и таблетках чистого розанилина. Это вещество соединяется с кислотами в трех различных пропорциях, образуя три вида солей. Соли, содержащие один эквивалент кислоты, являются чрезвычайно стабильными соединениями; по большей части они имеют зеленый металлический отблеск, подобный крыльям некоторых насекомых; в проходящем свете они красные, а их растворы в спирте имеют великолепный малиновый цвет пурпурного.

Ярко-фиолетовый краситель получают путем смешивания равных масс пурпурного и анилина. Когда эту смесь выдерживают при температуре 329 ° в течение нескольких часов, а затем смешивают с водой и соляной кислотой для удаления любого избытка пурпурного или анилина, в результате получается нерастворимый фиолетовый осадок, который при хорошей промывке водой становится растворимым в спирте и кипящей воде, слегка подкисленной уксусной кислотой. Когда нерастворимый фиолетовый остаток несколько раз кипятят с разбавленной соляной кислотой, образуется прекрасный синий краситель; азулин, самый красивый из синих красителей, который устойчив к действию сильнейших кислот и который получают окислением анилина под высоким давлением. Впервые его приготовили в Лионе из фениновой кислоты, продукта перегонки угля; в чистом виде он имеет вид растворимых в спирте кристаллов медно-

бронзового цвета, которым они придают великолепный синий цвет с красным оттенком; но большинство синих красителей получают из карболовой кислоты и креозота. Кроваво-красный цвет является прямым результатом смешивания соляной и фениловой кислот. Анилин, отличный источник красителей каменноугольной смолы, дает также тонкий желтый цвет. Огромное количество талантов было задействовано в исследованиях красителей как в стране, так и за рубежом, в которых сами производители продемонстрировали большие научные знания.

Безуспешно предпринимались попытки получить зеленый краситель из хлорофилла, зеленого красящего вещества растений. Потребность на короткое время была обеспечена китайским красителем Lo-hao, но из-за нестабильности от него отказались. Однако то же самое вещество было получено из *Rhamnus cathartica* (крушины), одного из самых распространенных европейских деревьев. М. Чарвин из Лиона, сделавший открытие, использовал отработанное вещество и сделал его стойким красителем. Это единственное известное вещество, которое при наличии соответствующих реагентов способно воспроизводить все семь цветов спектра.^[14]

Краски каменноугольной смолы почти вытеснили краски лишайников, покрывающих камни, стены и стволы старых деревьев яркими красками, которые, однако, не являются красителями непосредственно; они дают бесцветное кристаллическое вещество, которое в сочетании со щелочами дает очень красивые красители; это полная противоположность розанилину, который является основой. Из *Variolaria dealbata* получается лакмус, или орхил, из которого делают прекрасный французский фиолетовый. *Rocella tinctoria* и *fusiformis* придают синий и фиолетовый оттенки, а бледно-желтый лишайник *Parmelia parcolerina* дает ярко-желтый краситель, который при небольшом количестве аммиака превращается в насыщенно-красный, переходящий в фиолетовый. Сиреневый цвет впервые был изготовлен из орхила, но не был стойким. Прекрасные красители, ализариновый синий, индюшачий красный и гаранциновый, все еще широко используются. Их получают из марены, высушенных корней *Rubia tinctorum*; из красителей марены наиболее широко используются ализарин и цветки марены. Лиловый и другие красители получают из гуано, субпродуктов морских птиц, которые в больших количествах импортируются в качестве навоза.

Краски из каменноугольной смолы производятся по высоконучному плану и в самых широких масштабах в Великобритании, чтобы обеспечить огромное количество продукции, ежегодно потребляемое при крашении шелка и печатании хлопка. Как правило, вещества животного происхождения, такие как шелк и шерсть, могут быть сразу окрашены надолго, поскольку они обладают сильным сродством или притяжением к цветным красителям. Если шелку предназначено быть муаровым, то шелк перед ткачеством подвергается химической обработке с целью введения в него жировых веществ, которые придают шелку мягкость при ткачестве и делают его пригодным для получения муара при сильном надавливании.

Хлопчатобумажная ткань не имеет сродства к красителям, которые сразу же вымываются, если их не закрепить с помощью техники, потому что хлопчатобумажное волокно состоит из крошечных трубочек, обычно открытых на конце, которые впитывают краситель за счет капиллярного притяжения, но не могут удерживать его, если не закрепить протравой, такой как белок сырого яйца, который легко впитывает любой краситель, смешанный с ним, а затем наносится на ткань любым рисунком, который впитывается трубчатыми волокнами, и при коагуляции паром или любым другим применением тепла фиксируется неподвижно. Как

вещества животного, так и растительного происхождения являются различными протравителями. Казеин или сыр, простокваша, которую также можно получить из гороха и фасоли, является протравой, наиболее используемой наборщиками ситца; поскольку, если казеин растворить в количестве щелочи, вдвое превышающем необходимое для его растворения, он свертывается подобно яичному белку и может использоваться таким же образом. Сыр из обезжиренного молока из Шотландии и Голландии в очищенном виде широко используется при производстве ситца. Количество необходимых протрав очень велико, поскольку из всего хлопка, который импортировался в Великобританию до окончания гражданской войны в Америке, только седьмая часть была произведена в муслин и ситец с набивным рисунком, однако, как уже упоминалось, этого было достаточно, чтобы обогнуть земной экватор девятнадцать раз, и ежегодно экспортировалось двадцать семь миллионов штук. Атмосферное электричество и озон влияют на процесс окрашивания, а восточный ветер оказывает замедляющее и вредное воздействие. Лионские фабриканты, не менее известные своим научным мастерством и вкусом, чем яркостью красок, имеют преимущество в своем прекрасном климате и ярком солнце.

Странным обстоятельством является то, что нефть существовала в огромных количествах по всем Североамериканским штатам и большей части Канады, оставаясь незамеченной и заброшенной до 1859 года, когда была обнаружена ее ценность, и она почти сразу же сформировала новую и обширную отрасль торговли, поскольку в течение следующего года было вырыто по меньшей мере 1000 скважин, некоторые из которых обогатили владельцев, другие потерпели неудачу.

Нефть из фонтанов Ис, расположенных на берегах Евфрата примерно в 120 милях от Вавилона, послужила асфальтовым раствором для строительства Ниневии за 2000 лет до христианской эры. В Европе и Азии имеется множество источников нефти, нефтепродуктов и асфальта, которые, как и на Тринидаде и в Венесуэле, залегают по большей части в породах более новых, вторичных и третичных формаций, хотя иногда и в более низких. Но в северной части Соединенных Штатов и Канады эти вещества встречаются в породах всех возрастов, от нижнего силура до третичного периода включительно; обычно они встречаются в известняках и реже в песчаниках и сланцах. Нефть скапливается в трещинах горных пород, главным образом в тех, которые имеют тенденцию к спуску; в колодцах, вырытых для нее рядом друг с другом, имеется обильный запас на всех глубинах от 70 до 300 футов. В некоторых частях Огайо и Канады почва пропитана нефтью, так что считается, что в Северной Америке ее достаточно, чтобы снабжать весь мир на века. В 1861 году в Англию было отправлено не менее 42 000 000 галлонов нефти. Скважины не лишены опасности, поскольку, когда они проходят через угольные пласты, нефть сопровождается легковоспламеняющимся газом, который однажды был случайно подожжен; это воспламенило нефть, которая была вытеснена, как из жерла вулкана, и покрыла землю жидким огнем далеко вокруг; в то же время горящий газ образовал раскаленную атмосферу, которая распространялась на еще большее расстояние.

При перегонке нефти образуются вещества, по большей части идентичные тем, которые образуются при перегонке угля. Сырая нефть помещается в железную реторту, соединенную со змеевиком железных труб, окруженных холодной водой, называемую конденсатором. К реторте подводится тепло, и из открытого конца конденсатора вытекает жидкость бледного цвета с сильным запахом, представляющая собой очень летучую и взрывоопасную нефть. После того, как нефть истечет, перегоняется масло превосходного осветляющего качества. Затем в реторту

нагнетается пар, и тяжелое масло вытесняется, при этом остается черное, маслянистое, смолистое вещество и черная лепешка, используемая в качестве топлива. После многократной перегонки нефти образуется бензол, а когда тяжелое масло охлаждают до 30° по Фаренгейту, появляются кристаллы парафина, которые отделяются от масла под давлением, и когда они очищаются попеременным давлением и перемешиванием в расплавленном состоянии, из них формуют свечи. Этот парафин идентичен парафину, получаемому из угля. Среди продуктов перегонки нефти - нафталин, из которого получают анилин, придающий лиловый, пурпурный и другие цвета каменноугольной смолы, а также сольферино, из которого получают диантин и другие красители, и который был предложен в качестве заменителя хлороформа и эфира. Из нефти было выделено много других веществ, которые, как и некоторые из угля, еще не были химически исследованы. Большинство веществ, получаемых из нефти и перегонки угля, характерны также для дистиллированного торфа, и теперь предлагается использовать морские водоросли, которыми так богаты северные побережья Шотландии и Ирландии. Их сжигали в течение многих лет в основном для получения соды, но поскольку это вещество получается дешевле из соли, золу ламинарий или морских водорослей стали использовать только недавно для получения йода в медицинских целях, и более половины из них тратится впустую. Помимо йода и шести других веществ, обычно получаемых из ламинарии, мистер Стэнфорд обнаружил, что она содержит нефть, парафиновое масло и эфирное масло, богатое бензолом, из которого образуются анилиновые и пурпурные красители, что свидетельствует о том, что морская растительность, как и наземная, изобилует красящими веществами.

Сейчас используется каждое вещество, ни одно вещество не лишено своей ценности, но было бы тщетной попыткой перечислить бесчисленные открытия, сделанные экспериментальной химией, которая ежедневно расширяет свою власть над тремя царствами органической и неорганической природы.

Состав некоторых из вышеперечисленных Веществ.

Ацетилен	C_2H_2
Газообразный олефин	C_2H_4
Аммиак	H_3N
Бензол	$C_{12}H_6$
Фенил	$C_{12}H_5N$
Анилин	$C_{12}H_7N_3$
Розанилин	$C_{40}H_9N_3$
Карболовая кислота	$C_{12}H_6O_2$
Кресиловая кислота	$C_{14}HO_2$

РАЗДЕЛ IV.

СОЛНЕЧНЫЙ СПЕКТР, СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ, СПЕКТРЫ ГАЗОВ И УЛЕТУЧИВАЮЩИХСЯ ВЕЩЕСТВ, ИНВЕРСИЯ ЦВЕТНЫХ ЛИНИЙ, СТРОЕНИЕ СОЛНЦА И ЗВЕЗД.

Непревзойденному гению сэра Исаака Ньютона мы обязаны солнечным спектром и законами цветных колец, с помощью которых доктор Томас Янг доказал и обосновал волновую теорию, которая составляет основу всей науки о свете. Предполагалось, что видимая часть солнечного спектра, образующая полосу из семи цветов, непрерывна до 1802 года, когда доктор Волластон, глядя с помощью призмы, ось которой была параллельна узкой щели в оконном ставне, на проходящий через нее солнечный луч, обнаружил семь темных линий, пересекающих цветную полосу под прямым углом к ее длине.

Двенадцать лет спустя Фраунгофер из Мюнхена, знаменитый оптик, увеличил спектр вертикальной световой линии, проходящей через вертикальную призму, направив ее на объективное стекло телескопа, и обнаружил 600 темных линий. Убедившись, что положение линий в спектре и их расстояния друг от друга неизменны при любых обстоятельствах, он точно определил их расположение и нарисовал диаграмму, известную как линии Фраунгофера, которую повсеместно называют эталоном сравнения. Для этой цели основные линии обозначены буквами; таким образом, темная линия А находится в красном диапазоне вблизи наименее преломляемого конца спектра, В и С - в оранжевом, очень примечательная двойная линия D - в желтом, b и E - в зеленом, F - на границе между зеленым и синим, G - в синем, а двойная линия H - в фиолетовом.

Инструмент, используемый М. Бунзеном и Кирхгофом, хотя и более сложный, сконструирован по тому же принципу, что и предыдущий. Солнечный луч, проходящий через очень узкую вертикальную щель, проходит через четыре призмы, которые рассеивают его настолько сильно, что, если нарисовать его в масштабе, видимом с помощью увеличительного телескопа, в который он поступает, спектр будет простирается более чем на двадцать футов. С помощью микрометрического винта телескоп можно поворачивать вокруг вертикальной оси, и по мере того, как темные линии последовательно проходят под перекрещивающимися проволочками в его окуляре, видно, что они проходят по градуированной шкале, так что расстояния между двумя тысячами из них были измерены в миллиметрах с безошибочной точностью, но это лишь малая часть целого. При взгляде в телескоп сетчатка глаза является экраном, на который падает этот удивительный спектр, пересеченный бесчисленными темными линиями без лучей различной ширины и интенсивности. Черные полосы, образующиеся из-за низкого преломления одной призмы, здесь превращаются в многочисленные темные линии, тонкие, как паутинка.

Мистер Глейшер во время своего десятого научного восхождения на воздушном шаре на некоторое время почти полностью посвятил свое внимание темным линиям в солнечном спектре. На высоте около четырех с половиной миль они были почти бесчисленны; здесь были все, что он видел на земле, и многие другие. Были видны обе туманные линии H, спектр был значительно удлинен на фиолетовом конце, а на красном конце была видна линия А. Свет с неба вблизи солнца давал более короткий спектр; линии были видны только от В до G.

Помимо этих космических или постоянных линий, сэр Дэвид Брюстер заметил, что определенные темные полосы в красной и зеленой частях спектра видны только тогда, когда солнце находится близко к горизонту, откуда он пришел к выводу, что они вызваны поглощением солнечного света при прохождении более толстого слоя воздуха, чем когда солнце находится в зените. Различные группы этих полос поглощения время от времени можно увидеть в солнечном спектре, особенно примечательную вблизи линии D Фраунгофера, и доктор Миллер заметил, что временные темные линии появлялись во время сильного ливня, которые исчезали, когда дождь прекращался.

Когда солнце стояло высоко, М. Кирхгоф упоминает, что он заметил следы линий и туманных полос в разных частях спектра, которые, по его мнению, могли быть разрешены большим количеством призм, чем в его аппарате.

К открытию атмосферных полос сэра Дэвида Брюстера привело наблюдение, что коричневатокрасные пары закиси азота обладают свойством поглощать солнечный свет, разделяя спектр на чередующиеся яркие и темные полосы. Профессора Дэниел и Миллер обнаружили, что бром, йод и хлорная кислота делают то же самое, а сэр Джон Гершель наблюдал множество похожих полос в пламени циана; но доктор В. А. Миллер, который специально изучал явление полос поглощения, доказал, что цвет пара не обязательно определяет положение или даже существование темных полос. Он показал, что некоторые простые вещества, которые не образуют темных полос, производят их в изобилии благодаря поглощающей способности, которую они приобретают при соединении, в то время как линии, образующиеся при соединении простого пара, исчезают. Доктор В. А. Миллер доказал также, что ни один из предыдущих паров не существует в атмосфере. Он подсчитал, что если бы свободный бром составлял только одну из тысячи миллионов частей атмосферного воздуха, то его присутствие выдавали бы полосы поглощения; тем не менее он подозревает, что в воздухе может быть какое-то вещество, вызывающее определенные необъяснимые изменения. Возможно, озон, столь тесно связанный с атмосферным электричеством, может производить какой-то неизвестный эффект.

Спектры светящихся твердых тел и жидкостей, такие как свет Драммонда, представляющий собой раскаленную известь, еще более яркое пламя электрической дуги между угольными наконечниками, светящиеся твердые и плавленные металлы и пламя угольного газа, являются непрерывными; спектры демонстрируют семь цветов, но их не пересекают темные линии без лучей, потому что такие раскаленные вещества излучают свет любой преломляемости. Но твердые тела и жидкости, превращенные в светящиеся пары, и раскаленные газы, испускают лучи только определенной преломляемости, которые пересекают их спектры под прямым углом в виде ярких линий различных цветов и интенсивности. Каждый светящийся пар и газ имеет в своем спектре характерные для него яркие линии.

Чтобы сравнить эти яркие линии с темными линиями Фраунгофера, солнечный свет пропускается через одну половину вертикальной щели в аппарате Кирхгофа, а свет светящегося пара или газа - через другую половину. Затем при взгляде в телескоп с помощью призматической рефракции видны два спектра: газовый непосредственно под солнечным и отделенный от него только почти незаметной темной линией. Таким образом, яркие линии кажутся продолжениями темных линий, если они занимают одинаковое положение в двух

спектрах; если нет, то отклонение сразу видно. Совпадение или отклонение ярких линий в спектрах двух улетучившихся веществ может быть определено одним и тем же методом.

Цветной свет, который дает такой прекрасный эффект при работе с огнем, возникает благодаря сгоранию солей различных металлов: таких как сода или обычная соль, которые дают совершенно чистый однородный желтый цвет; поташ дает фиолетовый свет, стронция - красный, барита-зеленый. Цвет придают светящиеся атомы испаренных металлов натрия, калия, стронция и бария в состоянии сильного воспламенения; поскольку соль и ее металл при воспламенении дают одинаковый цвет и одинаковый спектр, очевидно, что цвет не зависит от содержания кислорода в щелочи.

Сэр Дэвид Брюстер, по-видимому, был первым, кто проанализировал цветной свет с помощью призмы; а в 1822 году сэр Джон Гершель, помимо того, что провел серию наблюдений за цветным пламенем, определил спектры солей стронция и извести, хлоридов и нитратов меди и борной кислоты; и отмечает, что "цвета, таким образом сообщаемые пламени различными основаниями, во многих случаях позволяют легко и аккуратно определять их чрезвычайно малые количества".^[15]

Впоследствии такое же мнение высказал мистер Фокс Тэлбот, который после многих экспериментов с солями металлов говорит в своей статье,^[16] что взгляд на призматический спектр пламени может показать, что он содержит вещества, для воздействия на которые в противном случае потребовался бы трудоемкий химический анализ. В этой статье этот джентльмен заметил, что светящиеся соли лития и стронция придают пламени малиновый или красный цвет настолько одинакового оттенка, что, если бы эти металлы были в комбинации, было бы невозможно решить, какому металлу соответствует этот цвет. Но когда он пропустил их соответствующие источники света через призму, он обнаружил, что яркие линии в их спектрах совершенно разные. "Стронциевое пламя, - замечает он, - проявляет большое количество красных лучей, хорошо отделенных друг от друга темными промежутками, не говоря уже об оранжевом и очень четком ярко-синем луче. Литий излучает один-единственный красный луч, - на что мистер Фокс Тэлбот замечает: "Я не колеблясь заявляю, что оптический анализ может отличить мельчайшие частицы этих двух веществ друг от друга с такой же уверенностью, если не большей, чем любой другой известный метод". Таким образом, сэр Джон Гершель и мистер Фокс Тэлбот заложили основу спектрального анализа непревзойденной деликатности и красоты, доведенного с тех пор до совершенства господами Дж. Бунзен, Кирхгоф и другие экспериментаторы, о которых сейчас пойдет речь.

М. Бунзен обнаружил характерную малиновую линию лития в спектрах многочисленных веществ; в граните, в древнейших геологических слоях, в метеоритных камнях, в пепле большинства наземных растений, в крови и других веществах животных; так что вместо того, чтобы быть одним из редчайших металлов, он существует во всех трех царствах природы. В 1857 году м-р Суон привел пример чрезвычайной тонкости спектрального анализа, обнаружив $\frac{1}{2\ 300\ 000}$ -ю часть крупинки соли по ее желтому свету; но с помощью той же реакции М. Бунзен не только распознал 180-миллионную часть крупинки натрия, но и обнаружил, что вряд ли существует вещество, которое его не содержит. Он содержится в пыли на нашей одежде и мебели, его частицы витают в воздухе, которым мы дышим, так что при изучении спектров других раскаленных веществ появляются вспышки желтого света, поскольку эти атомы

улетучиваются и мгновенно сгорают, что показывает, что обычная соль, возможно, более распространена повсеместно, чем любой другой вид вещества.

С помощью спектрального анализа М. Бунзен открыл два новых металла, рубидий и цезий. Исследуя с помощью призмы спектр соевой доли крупинки щелочного вещества, выделенного из остатков минеральной воды Дюркгейма, он увидел цветные линии, которых никогда раньше не видел в спектре какой-либо другой щелочи, и сразу же пришел к выводу, что они принадлежат новому металлу; и, получив около 200 крупинок вещества путем выпаривания сорока тонн воды, он обнаружил, что они содержат хлориды двух новых металлов, о которых идет речь. Более того, он заметил, что эти хлориды металлов настолько близки по спектру и химическому характеру к хлориду калия, что только точный призматический анализ мог определить разницу. Таким образом, он установил, что спектры всех трех имеют две красные линии в красной части спектра и две фиолетовые линии в индиго, в то время как средняя часть занята непрерывным рассеянным светом. Единственное отличие состоит в том, что две красные линии в спектре рубидия менее преломляемы, чем красные линии в спектре калия, и что спектр цезия отличается двумя ярко-синими линиями в диффузной средней части. Рубидий получил свое название от *rubidus* из-за темно-красного цвета его линий, а цезий - из-за небесно-голубых линий.

М. Бунзен считает, что едва ли может быть сомнение в том, что рубидий был ошибочно принят за калий, но он показал, что их можно отличить по разнице в растворимости двойных солей, которые хлориды этих двух металлов образуют с хлоридом платины. Водный раствор бихлорида платины и калия дает нерастворимый желтый осадок, состоящий из бихлоридов платины и калия. Водный раствор двуххлоридов платины и рубидия дает нерастворимый желтый осадок двуххлоридов платины и рубидия. Эти два осадка неразличимы для глаза. Теперь, если к первому добавить раствор платины, дальнейшего выпадения осадка произойти не может, но если к нему добавить раствор рубидия, образуется желтый осадок, состоящий из двуххлористого рубидия и калия, потому что хлорид рубидия растворяет осадок, соединяется с хлоридом калия и освобождает хлорид платины. Таким образом, осадок двуххлористого соединения рубидия и калия является наименее растворимым из двух. Желтый цвет, очевидно, обусловлен содержанием калия. Цезий можно отличить от калия с помощью того же процесса. Были определены карбонаты, гидраты и другие соли двух металлов; было показано, что их карбонаты легко разделяются, потому что карбонат цезия растворим в спирте, в отличие от карбоната рубидия, и, наконец, металлический рубидий был отделен. Он обладает чрезвычайной жадностью к кислороду, сгорает в воде подобно калию и обладает многими другими аналогичными свойствами. Он плавится при температуре 38.5°C и имеет удельный вес 1.516 г. Рубидий в изобилии содержится в минерале лепидолите во многих частях Европы и Северной Америки, и М. Грандо обнаружил его в золе свеклы, табака, кофе, чая и винограда с помощью спектрального анализа. Он присутствует в различных минеральных водах и на самом деле является очень распространенным. В одном и том же растении встречаются следы различных металлов; так, в спектре табака присутствуют линии, характерные для лития, калия, рубидия и извести.

Мистер У. Крукс открыл новый металл таллий с помощью его спектра, который отличается от всех остальных наличием одной ярко-зеленой линии на темном фоне. Он получил различные его соли и сам металл, который он описывает как тяжелый, плотный и очень похожий на свинец, но с большим удельным весом. Его свежая поверхность имеет яркий металлический блеск, не

такой синий, как у свинца, но она легче тускнеет. Он настолько мягкий, что на нем можно сделать вмятину ногтем, но при этом из него можно вытянуть проволоку, а по химическим свойствам он напоминает ртуть, свинец и висмут. В целом он больше похож на металл, чем на металлоид, возможно, что-то среднее между ними. Таллий полностью улетучивается при температуре ниже красного каления, как отдельно, так и в составе. Если количество невелико, зеленая линия появляется во внезапной вспышке, длящейся всего долю секунды. Если постепенно помещать в пламя большее количество металла, оно горит немного дольше, проявляясь в виде единой зеленой линии необычайной чистоты и интенсивности, четко очерченной на черном фоне. По летучести таллий аналогичен неметаллическому элементу селену, который настолько летуч, что его красивый синий свет длится всего несколько секунд. Зеленый свет таллия излучается быстрее и с меньшим количеством вещества, чем синий свет селена, количественное отличие, которое согласуется с наблюдением доктора Миллера о том, что быстрота, с которой получается результат, и малозначительность количества, необходимого для исследования, дает этому методу преимущество перед любым другим для качественного анализа щелочей и щелочноземельных соединений. Таллий был обнаружен в минеральных водах, вине, патоке, табаке и цикории.

Доктора Райх и Рихтер обнаружили четвертый новый металл в цинковой обманке во Фрейберге в Саксонии, который был назван индием по двум красивым индиго-синим линиям в его спектре, которые обладают большей преломляемостью, чем синие линии в стронции. Химические связи индия напоминают химические отношения цинка, с которыми он связан в природе. Металл перед выдувной трубкой можно измельчить в шарик, который помечает бумагу и имеет цвет олова.

Практическая важность науки о спектре была прекрасно проиллюстрирована профессором Роско на примере ее применения для преодоления трудностей в бессемеровском процессе производства стали. Согласно этому процессу, сталь изготавливается путем пропускания струи воздуха через некоторое количество расплавленного железа; трудность заключалась в том, когда прекратить выдув, поскольку при слишком быстром прекращении в металле остается столько углерода, что он крошится под ударом молотка; если продолжать на несколько минут дольше, расплавленный металл становится настолько вязким, что его невозможно разлить по формам. Опыт до сих пор позволял производителю судить о точном времени по появлению пламени, вырывающегося из горловины конвертерного сосуда, но теперь профессор Роско определил точный момент прекращения выброса путем спектрального исследования пламени, свет которого наиболее интенсивен. Спектр пламени в его различных фазах выявил сложную массу темных полос поглощения и ярких линий, показывающих, что в пламени в состоянии раскаленного газа присутствовали различные вещества; и путем одновременного сравнения их с хорошо известными спектрами некоторых элементарных тел мистер Роско установил присутствие в пламени натрия, калия, лития, железа, углерода, фосфора, водорода и азота.

И доктор Волластон, и Фраунгофер заметили, что спектр электрической искры пересекают ярко окрашенные линии; а в 1835 году профессор Уитстоун определил спектры электрической искры, полученные от расплавленных цинка, кадмия, олова, висмута, свинца и ртути, и обнаружил, что каждый из них пересекают яркие линии, различающиеся по количеству, положению и цвету, но которые одинаковы независимо от того, идет ли речь о электрической искре от статической, вольтовой или магнитоэлектрической машины. Предоставив табличку, показывающую цвета этих ярких линий на соответствующих спектрах, он доказал, что они возникают не из-за

электричества, а из-за раскаленных атомов металлов, поскольку, используя различные металлы в качестве выводов для проводящих проводов, он определил спектры этих металлов в вакууме, что доказало, что они возникают только из-за улетучивания металлических выводов, и пришел к выводу, что любой металл можно отличить от другого по появлению искры.

Уитстон прекратил свои исследования спектра, поскольку изобрел электрический телеграф и был занят протягиванием первого телеграфного провода, который когда-либо передавал мысли человека человеку между Лондоном и Манчестером. Вскоре после этого он проложил первую водную линию через Темзу и дожил до того, чтобы увидеть, как его телеграфные линии протянулись по поверхности земли и дну океана.

Мистер Уитстоун заметил, что яркие линии в спектрах металлов различны и более сложны, когда они сняты на воздухе, чем в вакууме, и профессор Ангстрем сделал важное замечание о том, что электрическая искра дает два наложенных спектра, один из которых обусловлен любым металлом, который может быть исследован, а другой - накалом воздуха, через который проходит искра. Отсюда важность спектрального анализа газообразных веществ, особенно тех, которые составляют нашу атмосферу, - предмета, который был умело и успешно исследован профессором Плуккером. Для этой цели он использовал гейслеровские или вакуумные трубки, подобные тем, которые он использовал в своих экспериментах по расслоению электрического света. Когда электричество пропускали через трубку, содержащую газообразный кислород, газ так быстро соединялся с платиной отрицательной клеммы аккумулятора, что на изучение спектра оставалось мало времени. Электрический свет в трубке сначала был слишком красным, но по мере того, как ослабленный газ постепенно исчезал, он менял телесный цвет на зеленый, затем с синего на красновато-фиолетовый, и, наконец, газа было слишком мало для передачи электричества. Однако кислородный спектр имеет удивительно яркую красную полосу на своем красном конце, две ярко-оранжевые линии, разделенные черной линией в оранжевом цвете, и несколько ярких полос в зеленом.

Электрический свет ослабленного водорода красного цвета, и почти весь свет в его спектре сосредоточен в шести ярких полосах почти равной ширины. У красного конца спектра есть ослепительно красная полоса, которая, однако, не совпадает с кислородной полосой; затем идет очень красивая желтая полоса, в которой, по-видимому, сосредоточены все желтые лучи, за которой следует серый интервал, отделяющий желтый цвет от трех ярких линий в зеленом, первая из которых желтовато-зеленая, последняя - красивая зеленовато-синяя; черное и темное пространство отделяет последнюю от фиолетового, в котором есть яркая линия. Электрический свет в трубке, содержащей сильно разреженный водяной пар, красный, пар разлагается на простые элементы с помощью электричества, кислород соединяется с платиной отрицательного или теплового полюса, и спектр представляет собой спектр чистого водорода только с тремя наиболее заметными полосами.

Спектр азота насыщен всеми семью цветами; в нем нет широких темных промежутков, подобных тем, которые разделяют яркие полосы в спектре водорода, но его пересекают многочисленные очень тонкие черные и серые линии. Пятнадцать из последних имеют красную и оранжевую полосы; зеленый отделен от желтого черной узкой полосой; он заканчивается двумя ярко-синими линиями, и очень тонкие темные линии пересекают его и остальной спектр. Индикатор трубки желтовато-красный.

Спектр сильно разреженного атмосферного воздуха в основном состоит из азота, поскольку кислород соединяется с платиной отрицательного вывода и находится в слишком малом количестве, чтобы передавать электричество по трубке.

Разреженные пары хлора, брома и йода так быстро соединяются с платиной отрицательного полюса, что трудно определить их спектры; но у них есть общие особенности, которые отличают их от всех других спектров. Яркие линии, которые их пересекают, сначала находятся в состоянии покоя, но вскоре становятся мерцающими. В спектре йода пять из этих линий мерцающего света необычайной красоты окрашены в зеленый цвет, две из них расположены близко друг к другу. Спектр брома показывает большее количество, которые простираются по цветам его средней части, сопровождаемые темными линиями; а в спектре хлора много линий, как мерцающего света, так и темноты. При повышении температуры в спектре йода появляются новые линии. При слабом нагревании его пересекают несколько темных линий, но при более высокой температуре пар приобретает зеленоватый оттенок, который с помощью призмы разделяется на зеленые линии, расположенные на некотором расстоянии друг от друга, и более слабый синий свет, пересеченный группами светящихся полос.

Разреженные сложные газы разлагаются электричеством на составные части, и в результате образуются наложенные спектры, по одному принадлежащие каждому элементу. М. Сеген считает вид электрической искры верным признаком химического действия, поскольку во время процесса разложения электрическая искра окружена ореолом, и яркие линии двойного спектра менее отчетливы; но когда реакция завершена, искра становится тонкой, а полосы спектра отчетливыми. При разложении сильно карбюрированного и ослабленного газообразного водорода искра напоминает пламя, а спектр подобен спектру белого света. Когда газ разлагается, водород выделяется, и углерод осаждается на концах проводящих проводов; искра становится тонкой, и тогда в спектре можно увидеть линии водорода, линии, принадлежащие гидроуглероду и самому углероду.^[17]

Яркие и цветные линии в спектрах газов и паров большого числа металлов и солей металлов были известны задолго до ММ. Бунзен и Кирхгоф начали свои систематические исследования, в ходе которых они добавили еще много новых, некоторые из них были настолько сложными и аналогичными, что потребовались все их навыки и опыт, чтобы разобраться в них.

Из всех спектров, которые были определены, спектры натрия и железа являются наиболее важными и интересными. В случае с натрием единственный свет - чистейший желтый, сгущенный в двойную линию интенсивного блеска на темном фоне. Спектр железа, напротив, пересекают яркие линии всех интенсивностей и цветов в таком количестве, что их количество точно не установлено. Спектр кальция имеет одну очень яркую зеленую полосу в оранжевом цвете, красную линию в желтом и четко выраженную желтую линию в индиго. Как уже упоминалось, красную и оранжевую части стронция пересекает множество красных линий, разделенных темными промежутками; между оранжевым и желтым имеется ярко-синяя линия, а в синем - оранжевая линия. Одна интенсивная малиновая полоса в оранжевом цвете характеризует спектр лития. Семь широких зеленых полос пересекают желтый цвет и часть зеленого в спектре бария, а спектр магния имеет множество зеленых полос и линий.

Все это было определено по теплоте пламени белого угольного газа, которая составляет 2350 ° С, и в момент времени мм. Бунзен и Кирхгоф не знали, что при повышении температуры к некоторым спектрам добавились новые яркие линии. Это открытие было сделано профессором

Тиндаллом при изучении спектра хлорида лития, который при низкой температуре имеет только одну малиновую полосу в оранжевом спектре, но при более горячем пламени газообразного водорода, составляющем 3259°C , в желтом появилась оранжевая линия, и когда мистер Тиндалл включил электрическую лампу,^[18] спектр приобрел широкую ярко-синюю полосу между двумя лучами света. оранжевая и желтая, в то время как малиновая полоса осталась неизменной. Профессора Роско и Клифтон подтвердили открытие Тиндалла, и, сравнив спектры стронция и лития, они обнаружили, что там, где использовалась только одна призма, синяя линия лития, по-видимому, совпадала с синей линией, дельтой, стронция; но с прибором, имеющим несколько призм, подобных призме Кирхгофа, они увидели, что две синие линии различались на одно деление измерительной шкалы, причем линия лития была наиболее преломляемой. Повышение электрической температуры привело к значительным изменениям в спектре стронция: три красные полосы исчезли, и появились новые яркие линии, которые не совпадали с теми, которые они заменили; синяя линия не была затронута, но были добавлены четыре новые фиолетовые линии. При сильном нагревании электрической искрой широкая зеленая полоса спектра кальция заменяется пятью зелеными линиями с меньшей преломляемостью, четко очерченная желтая линия исчезает, а вместо красной полосы появляются три красные или оранжевые линии с большей преломляемостью, чем те, которые исчезли. Шесть ярко-зеленых полос в спектре бария полностью исчезают, и появляются новые яркие несовпадающие линии. Таким образом, при очень высокой температуре появляются не только новые линии, но и широкие полосы, характерные для металла или металлического соединения при низкой температуре пламени или слабой искре, полностью исчезают при более высокой температуре. Новые яркие линии, которые образуют часть широких полос, как правило, не совпадают ни с одной частью полосы, иногда будучи менее, а иногда и более преломляемыми. Джентльмены, проводившие эти эксперименты, добавляют, что, возможно, причиной исчезновения широких полос и образования ярких линий может быть то, что при более низкой температуре пламени или слабой искре наблюдаемый спектр создается светящимися парами какого-либо соединения, вероятно, оксида трудно восстанавливаемого металла, тогда как при чрезвычайно высокой температуре интенсивной электрической искры эти соединения расщепляются, и получается истинный спектр, а именно узкие яркие линии. В легко восстанавливаемых металлах, калии, натрии или литии, которые остаются неизменными при изменении температуры, подобных изменений не происходит. В этих экспериментах шарик соли металла на платиновой проволоке помещался между платиновыми выводами, от которых могла проходить искра мощной индуктивной катушки, но для получения более интенсивно горячей искры покрытие лейденской банки было соединено с выводами вторичного тока соответственно. При таком добавлении статического электричества сила тока была увеличена в четыре раза и, должно быть, не поддавалась оценке.

Под действием высокой температуры спектр цезия настолько изменился, что по количеству, цвету и отчетливости его линий он является самым красивым из спектра щелочных и землистых металлов, поскольку, помимо характерных синих линий, у него есть шесть красных и оранжево-красная линия в красной части спектра, тонкая желтая линия и девять зеленых линий, последняя совпадает с Fraunhofer's E. Спектр таллия также приобретает больше линий при испарении электричеством, поскольку, помимо замечательной зеленой линии в зеленом, он приобретает слабую линию в оранжевом, две красные линии в желтом. зеленый цвет почти одинаковой интенсивности, на треть слабее и на пятую часть синее.

М. Плюкер и Хитторф в недавних экспериментах доказали, что многие неметаллические вещества, такие как азот и сера, при изменении температуры дают два совершенно разных спектра и что переход от одного спектра к другому происходит внезапно. Изменение особенно заметно в сере, поскольку в тот момент, когда первый спектр достигает своей максимальной яркости, он исчезает и уступает место второму, или высокотемпературному спектру, который является одним из самых богатых по содержанию ярких лучей из известных. При понижении температуры снова появляется первый спектр. Эти изменения М. Плюкер объясняет существованием элементов в двух аллотропных условиях. М. Плюкер также обнаружил, что каждый металлоид обладает своеобразным и характерным спектром: как водород, который имеет три яркие линии, все из которых совпадают с темными солнечными линиями, так и азот, который демонстрирует сложную серию полос.

Эксперименты преподобного доктора Робинсона с различными газами и парами, заключенными в стеклянные трубки, показывают, что давление вызывает большее изменение, чем нагрев. При обычном атмосферном давлении спектры показывают ряд ярких линий на цветном фоне, свечение которых, как правило, сильнее в красной части, чем в фиолетовой, и сильнее всего в зеленой. В некоторых случаях грунт настолько яркий, что стирает все, кроме самых ярких линий. Особенно это касается водорода. При постепенном опорожнении трубки, в которой содержится пар, спектры довольно внезапно исчезают, оставляя лишь намек на одну или две линии, но при еще большем опорожнении трубки эти переходные спектры снова становятся яркими, появляются новые линии, и они превращаются в новые спектры, которые никогда не бывают такими яркими, как при обычном давлении. В разреженных спектрах видно меньше линий, и из них четыре десятых не обнаруживаются в спектрах атмосферного давления. Разница между обычными спектрами давления, переходными и разреженными спектрами показывает, что характер и даже существование определенных линий зависят от простой плотности среды, при этом химические условия остаются неизменными. Доктор Робинсон также заметил, что спектры не накладываются друг на друга без изменений; в спектре атмосферного воздуха не всегда видны все линии кислорода и азота, и иногда есть некоторые линии, не видимые ни в одной из них. Оказывается также, что для определенных линий действия тел могут быть антагонистичными.

Металлы не всегда дают одинаковый спектр, в каких бы сочетаниях они ни встречались. Среди различных примеров М. Мичерлих упоминает, что спектры меди, а также хлорида и иодида меди представляют существенные различия, и м-р Роско обнаружил, что аналогичное различие преобладает в спектрах соединений углерода в состоянии раскаленного газа, которые, как до сих пор предполагалось, дают тот же спектр. "Спектр, полученный от пламени олефинового газа, отличается от спектра, полученного при электрическом разряде в вакууме того же газа; в то время как искра, проходящая через вакуум циана, создает спектр, идентичный спектру пламени олефинового газа, а через вакуум оксида углерода - спектр, совпадающий со спектром искры в вакууме олефинового газа".

Хлориды, бромиды и иодиды наиболее легко испаряются из всех солей металлов и дают наиболее яркое пламя и наиболее интенсивный спектр, особенно хлориды. Небольшой кусочек хлорида бария, улетученный пламенем бесцветного газа, окрашивает пламя в зеленый цвет, и красные и зеленые линии в спектре выделяются с необычайной яркостью. Рассеянный желтый свет в спектре хлорида натрия сравнительно темный по контрасту с яркими линиями, и при затенении более яркой его части видны следы линий в более преломляемой части.

Хлорид лития дает красную и оранжевую линии в его спектре; ярко-синяя полоса, открытая мистером Тиндаллом, и другая, более преломляемая синяя линия видны, когда воспламенение достигает наибольшей интенсивности. Хлорид кальция дает очень яркую синюю полосу и несколько других линий. Свет хлорида меди очень яркий, и его спектр примечателен тем, что меняет свой внешний вид по мере разложения хлорида. Хлориды свинца и кадмия также дают очень яркие и определенные спектры, а хлорид висмута показывает многочисленные яркие красные и синие лучи, которые быстро исчезают. Таким образом, хлориды дают спектры с линиями, такими как синие линии лития и стронция, которые до сих пор проявлялись только при интенсивной электрической искре.^[19]

М. Бунзен добился прекрасного эффекта, испарив смесь равных частей хлоридов натрия, калия, лития, кальция, стронция и бария и пропустив свет через щель своего аппарата. Ибо при взгляде в телескоп спектр каждого вещества с его характерными цветными линиями последовательно проявлялся во всей их яркости и постепенно исчезал по мере того, как каждое вещество улетучивалось и уносилось прочь. Последовательность показывала время, необходимое для испарения каждого металла, и с помощью спектрального анализа можно было распознать каждый металл, хотя смесь содержала только $\frac{1}{1000}$ частей грана каждого хлорида.

Были определены положение, цвет и природа ярких линий в спектрах более чем тридцати металлов, помимо спектров элементарных газов и электрической искры. К этому месяце Луи Грандо добавил спектр молнии. Благодаря особому устройству свет проходил одновременно через щель в приборе и стеклянную трубку, содержащую азот и пары воды. Общий вид спектра молнии сначала напоминал вид электрической искры, но при ближайшем рассмотрении М. Грандо заметил в спектре почти каждой вспышки совпадение определенного количества лучей спектра молнии со спектрами азота и водорода. М. Грандо отмечает, что этот результат неудивителен, поскольку все они допускают образование аммиака и азотной кислоты под воздействием электрических разрядов. Помимо лучей азота и водорода, спектр молнии содержит вездесущий желтый луч натрия.

Фраунгофер заметил совпадение междудвойной желтой линией натрия и двойной темной линией D солнечного спектра, хотя и не знал, с чем это связано. Это совпадение, замеченное М. Кирхгофом много лет спустя, было им полностью оценено и легло в основу одного из самых блестящих открытий современности. Во время систематического сравнения спектров улетучивающихся веществ со спектром солнца он обнаружил идеальное совпадение между темными линиями Фраунгофера и всеми яркими и цветными линиями в спектрах улетучивающихся веществ, натрия, кальция, магния, хрома, железа и никеля. К ним М. Ангстрем добавил алюминий и марганец, а М. Плюкер совсем недавно обнаружил, что все три яркие линии в спектре водорода совпадают с темными солнечными линиями и что ни одна из линий калия не соответствует ни одной из солнечных линий.

Были сделаны рисунки спектра Фраунгофера, помещенного над спектрами основных металлов и солей металлов, на которых показано совпадение ярких и темных линий от линии А в ярко-красном цвете до линии G в синем цвете, и поскольку длина волны ярко-фиолетового света солнечного спектра составляет $\frac{17}{1\,000\,000}$ дюйма, а длина волны ярко-красного цвета равна $\frac{26}{1\,000\,000}$ дюйма, длина волны ярко-фиолетового света составляет промежуточные лучи могут быть вычислены с помощью волновой теории света. Были вычислены длины волн, соответствующие

семи основным линиям Фраунгофера, и многим промежуточным линиям, так что, когда яркая или цветная линия совпадает с любой из них, длина ее волн сразу известна. Существуют другие таблицы линий Фраунгофера и совпадающих ярких линий, в которых каждая темная линия отмечена своим собственным номером, как две основные линии в двойной линии D, которые выражаются числами 1002·8 и 1006·8, и так с другими; таким образом, совпадение спектров улетучившихся веществ с солнечной линией образует правильную систему.

Профессор Дж. П. Кук-младший недавно сконструировал спектроскоп, который показывает, что линий солнечного спектра так же неисчислимо, как звезд на небе, что отчетливо видно по меньшей мере в десять раз больше, чем указано Кирхгофом на его диаграмме, помимо бесконечного количества туманных полос, которые вот-вот будут разрешены. Тем не менее, даже при таком значительном увеличении мощности совпадения между яркими линиями спектров металлов и темными линиями солнечного спектра остаются идеальными. М. Кирхгоф видел тонкую желтую линию между двойными линиями D спектра натрия. М. Мерц из Мюнхена обнаружил четыре дополнительные линии, но профессор Кук обнаружил, что во всех семи есть промежуточные линии и туманная полоса. Хотя два члена натриевой линии D могли быть разбросаны так далеко друг от друга, что можно было легко различить часть промежуточного пространства^{1/2000}, совпадение с двумя темными линиями Фраунгофера было абсолютным. Спектроскоп показывает, что многие полосы спектров металлов представляют собой широкие цветные пространства, пересекаемые яркими линиями. Это относится к оранжевой полосе спектра стронция и в значительной степени ко всем спектрам кальция и бария".^[20]

Еще в 1849 году М. Фуко обнаружил, что солнечный свет, проходя через электрическую лампу, дает черные полосы в той части спектра, где только электрический свет произвел бы яркие полосы, так что черные и яркие полосы могут создаваться попеременно путем пропускания или исключения солнечного света; отсюда он пришел к выводу, что электрическая дуга излучает те же линии, которые она поглощает, когда они исходят от другого источника света. М. Ангстрем также заметил, что яркие линии в спектрах улетучившихся металлов могут быть изменены на противоположные за счет более сильного света, проходящего через их пламя. Ни один из этих джентльменов не осознавал важности открытия, которое позволило М. Кирхгофу применить свой тонкий анализ земной материи к солнцу и звездам.

Он уже определил совпадение двойной желтой линии натрия с темной линией Фраунгофера D, но, глядя с помощью призмы на яркий солнечный луч, проходящий через желтое натриевое пламя, он был удивлен, увидев сильную и четко очерченную двойную темную линию вместо двойной желтой линии натрия, которую он ожидал. Он получил тот же результат, но более убедительно, с известковым светом Драммонда, который ярче пламени любого улетучивающегося металла, и поскольку он обнаружил, что может создавать темные и желтые линии попеременно, впуская и не допуская более яркий свет, он пришел к выводу, что натриевое пламя подчиняется закону обмена, вследствие чего оно поглощает лучи с той же преломляемостью, что и те, которые оно излучает. Фактически, пламя содовой проницаемо для всех лучей солнечного света и пламени Драммонда, за исключением лучей той же преломляемости, что и его собственное; их оно поглощает и, как можно предположить, преобразует в тепло. Следовательно, М. Кирхгоф в конце концов пришел к выводу, что двойная темная линия в солнечном спектре является обратной или отрицательной двойной желтой линии, видимой в спектре натриевого пламени.

Совсем недавно М. Физо обнаружил, что спектр горения натрия в воздухе меняется на противоположный во время горения. Сначала он черный с обычной двойной желтой линией; наконец, когда освещение максимально, двойная желтая линия становится черной в непрерывном спектре со всеми семью цветами.

После того, как М. Кирхгоф установил, что яркие линии в спектрах кальция, хрома, магния, железа и никеля совпадают с темными линиями в солнечном спектре, он изменил их местами, пропустив свет Драммонда через соответствующие языки пламени, доказав таким образом, что цветные языки пламени этих шести металлов, подобно свету натрия, подчиняются закону обмена.

М. Кирхгоф по аналогии делает вывод, что пары всех этих шести металлов существуют в светящейся атмосфере солнца и что они поглощают и преобразуют в тепло такие лучи непрерывного света раскаленного солнечного шара, которые имеют такую же преломляемость, как и их собственные, так что соответствующие темные линии без лучей в солнечном спектре являются обратными светлым линиям в спектрах, которые давали бы эти пары, если бы не более яркий свет солнца, проникающий через его светящуюся атмосферу.

Ослепительно белый свет раскаленного тела Солнца, содержащий лучи всех степеней преломления, давал бы непрерывный спектр, окрашенный всеми семью цветами, если бы не его светящаяся поглощающая атмосфера, которая подобно вуали встает между ним и землей и пересекает его спектр тысячами темных линий, которые являются обратными или отрицательными по отношению к ярким линиям в спектрах бесчисленных содержащихся в нем паров, все из которых, несомненно, должны быть газами веществ, существующих в самой солнечной массе и испаренных ее интенсивным теплом.

Каждый металл и почти каждое элементарное вещество в состоянии газообразного сгорания придают спектру свои особые светящиеся линии, но невозможно доказать существование в атмосфере Солнца летучих веществ, за исключением тех, у которых яркие линии в спектрах совпадают с некоторыми из его темных линий.

Яркие линии в спектре железа, совпадающие с темными линиями солнечного спектра, настолько многочисленны, что многие из них до сих пор остаются неизвестными. М. Кирхгоф насчитал семьдесят на небольшом промежутке между линиями Фраунгофера D и F, в котором совпадение распространяется даже на оттенки, самые глубокие темные линии соответствуют самым ярким, и он вычислил, что шансы равны 1 в девятой степени от 10, что совпадение этих семидесяти линий не случайно, а обусловлено определенной причиной, из чего он заключил, что присутствие паров железа в воздухе может быть вызвано изменением температуры. в солнечной атмосфере доказано со всей определенностью, какой только можно достичь в любом вопросе естествознания.

В более поздней публикации М. Ангстрем отмечает, что, хотя совпадающие линии железа между D и F не так многочисленны, как утверждал М. Кирхгоф, их вполне достаточно, чтобы без сомнения установить присутствие железа в атмосфере Солнца. Железные линии являются наиболее характерными во всем солнечном спектре, и если использовать увеличительную силу или преломлять свет через несколько призм, то эти линии или, во всяком случае, более сильные среди них кажутся совершенно черными. М. Ангстрем заметил, что при тщательном изучении солнечного спектра можно обнаружить определенные линии, вкрапленные в массу более

слабых линий, которые при усиленном освещении как бы удаляются и исчезают, в то время как первые упомянутые линии, напротив, выделяются только более сильным рельефом. Это металлические линии с высокой температурой плавления; наиболее примечательные из них почти неизменно принадлежат железу.

Распространенные на земле вещества, пары которых присутствуют в атмосфере Солнца, хотя и имеют в своем спектре меньше ярких линий, чем у железа, столь же характерны и столь же отчетливо совпадают со своими обратными линиями, будь то одиночные, групповые или двойные, как линия натрия, которая ярче, а ее обратные стороны темнее, чем у любого другого вещества, потому что улетучившийся натрий выделяет большее количество света и, следовательно, поглощает большее количество.

М. Ангстрем добавил алюминий и марганец к семи металлам, пары которых, как показал М. Кирхгоф, существуют в атмосфере Солнца, но он считает сомнительным, являются ли барий, цинк или медь солнечными металлами, поскольку, хотя их более яркие линии соответствуют отчетливым темным солнечным линиям, их более слабые линии - нет. Стронций также вызывает сомнения, поскольку одна из его самых ярких линий не совпадает ни с одной темной линией. Хотя и железо, и никель определенно являются солнечными металлами, однако, поскольку кобальт сомнителен, нельзя предполагать, что метеориты имеют солнечное происхождение.

Спектр светящегося магния имеет множество зеленых линий, идеально совпадающих с таковыми в солнечном спектре, поэтому нет никаких сомнений в том, что этот металл является составной частью атмосферы Солнца. Но существуют лучи магния, а также некоторые лучи железа с такой высокой преломляемостью, что в длинном спектре мистера Стокса они расположены в десять раз дальше от Н, чем вся длина видимого спектра от А до Н. Эти лучи с высокой степенью преломления становятся видимыми только при высокой температуре электрической искры, и поскольку они не встречаются в солнечном спектре, делается вывод, что тепло солнца уступает теплу электрической искры.^[21] Мистер Роско отмечает, что этот вывод был бы правомерен только в том случае, если бы мы знали, что эти лучи с высокой преломляемостью не поглощаются при прохождении через атмосферу.

Это некоторые из наиболее поразительных результатов многочисленных исследований, проведенных с тех пор, как М. Кирхгоф опубликовал свои открытия, поскольку тема далеко не исчерпана.

Чрезвычайно яркий свет магниевых пламени богат фиолетовыми и экстра-фиолетовыми лучами, частично из-за раскаленных паров магния, а частично из-за сильно нагретой магнезии, образующейся при горении. Свойства этого света были исследованы и сравнены с солнечными свойствами профессорами Роско и Банзеном с целью фотографирования, они пришли к выводу, что "постоянный и равномерный свет, выделяемый магниевой проволокой, горящей в воздухе, и производимое таким образом огромное химическое действие делают этот источник света ценным как простое средство получения заданного количества химического освещения, и что горение этого металла представляет собой определенный и простой источник света для целей фотохимических измерений".

Яркие линии двух разных металлов иногда совпадают с одной и той же черной линией, то есть они, по-видимому, имеют ту же обратную сторону, что и линии железа и магнезии, железа и никеля и некоторые другие; но неизвестно, является ли совпадение реальным или кажущимся.

М. Кирхгоф доказал, что ни золото, ни серебро, ни олово, ни свинец, ни сурьма, ни мышьяк, ни ртуть, ни литий, ни кадмий и некоторые другие не являются составляющими солнца, поскольку ни одна из их ярких линий не совпадает ни с одной из темных линий солнечного спектра. Это отрицательное открытие делает М. Кирхгофу не меньше чести, чем доказательство того, что столь многие вещества являются общими для земли и солнца.

Поскольку все раскаленные добела твердые и жидкие тела дают непрерывный спектр, в котором нет темных линий, М. Кирхгоф полагает, что солнце состоит из твердого или жидкого ядра, нагретого до температуры самой ослепительной белизны, и что оно окружено светящейся газовой атмосферой несколько более низкой температуры, наделенной законом обмена. Спектры Арктура, Капеллы и многих других неподвижных звезд пересекают темные линии, подобные темным линиям в солнечном спектре и часто совпадающие с ними; следовательно, можно сделать вывод, что их структура в определенной степени совпадает со структурой Солнца.

Были проведены многочисленные наблюдения за спектрами неподвижных звезд, как в Великобритании, так и на Континенте. В Англии мистер Хаггинс и профессор У. А. Миллер опубликовали таблицы измерений примерно девяноста темных линий в спектре Альдебарана, почти восьмидесяти в спектре α Ориона или Бетельге и пятнадцати в спектре β Пегаса, с диаграммами двух первых, которые включают результаты сравнения спектров различных земных элементов со спектрами звезд. Таким образом, было обнаружено, что цветные линии натрия, магния, кальция, водорода, железа, висмута, теллура, сурьмы и ртути совпадают с некоторыми темными линиями в спектре Альдебарана, и, кроме них, в спектре этой звезды есть многочисленные линии, которые, вероятно, обусловлены неизвестными нам формами материи. Цветные линии натрия, магния, кальция, железа и висмута совпадали с темными линиями в спектре α Ориона; а спектр β пегаса был очень похож на спектр α Ориона, но намного слабее.

Было исследовано от сорока до пятидесяти звезд, и было замечено, что солнечные линии C и F, соответствующие водороду, которые присутствуют в спектрах почти всех звезд, отсутствуют в спектрах α Ориона и β Пегаса. За некоторыми исключениями, земные элементы водород, натрий, магний и железо, которые, по-видимому, наиболее широко распространены среди звезд, являются именно теми, которые, за исключением магния, необходимы для жизни в том виде, в каком она существует на земле. Кроме того, элементы водород, натрий и магний представляют океан, который является неотъемлемой частью мира, подобного земле. Если бы какие-либо планеты вращались вокруг α Ориона и β Пегаса, на них, вероятно, не было бы водорода, следовательно, не было бы океана и воды: следовательно, они не могли бы быть населены существами, устроенными так, как мы.

Падре Секки, римский астроном, делит звезды на три типа; первый и наиболее доминирующий тип включает Сириус, α Лиру и другие белые звезды, которые неизменно содержат водород высокой температуры и обозначены черной линией в их спектрах, которая совпадает с солнечной линией F; и есть еще одна полоса, также, вероятно, обусловленная содержанием водорода в фиолетовой половине звезд, видимых невооруженным глазом, принадлежащих к этой группе. группа. Особая модификация этой группы, однако, наблюдается у звезд созвездия Ориона, которые так редко демонстрируют какие-либо отклонения от одного типа, что, за исключением α Ориона или Бетельге, можно сказать, что они образуют семейство, отличающееся от всех других звезд на небе; их спектры пересекают тонкие линии, слабо

выделяющиеся в фиолетовом цвете, с полосой, более или менее заметной в F . γ Кассиопея и β Лира отличаются от звезд первого типа наличием яркой полосы вблизи солнечной линии F вместо черной.^[22]

Ко второму типу Падре Секки относятся α Орионис, α Тельца, Антарес, β Пегаса и др., которые имеют окрашенные полосы красного и оранжевого цветов. По словам М. Секки, самой примечательной звездой в этом сечении является α Геркулеса. Это дает спектр, который имеет вид столбиков, подсвеченных с одной стороны; 'стереоскопический эффект выпуклости этих полос из-за затенения настолько удивителен, что на него нельзя смотреть без удивления'. Спектр звезды δ^2 Леры имеет аналогичный вид, только вместо выпуклых он имеет вогнутые полосы.

Третий тип состоит из звезд, спектры которых пересекаются тонкими линиями, таких как Арктур, Капелла и наше собственное солнце.

Цвета звезд обусловлены присутствующими в их атмосферах парами, причем один цвет преобладает над другими, которые поглощаются количеством темных линий.

Господа. Хаггинс и Миллер получили экстраординарные результаты при изучении временных и периодических звезд. Временные звезды внезапно вспыхивают с необычайной яркостью и вскоре исчезают или почти исчезают. Временная звезда, внезапно появившаяся в ночь на 12 мая 1866 года, при исследовании с помощью спектроскопа имела два спектра, показывающих, что ее свет исходил из двух различных источников. Один спектр, аналогичный спектру Солнца, был сформирован светом раскаленной твердой или жидкой фотосферы, которая подвергалась поглощению парами оболочки, более холодной, чем она сама. Второй спектр состоял из нескольких ярких линий, указывающих на то, что свет, с помощью которого он был сформирован, испускался светящимся газом: положение некоторых линий обозначало водород; поэтому наблюдатели полагали, что явления являются результатом горения водорода с каким-либо другим элементом и что фотосфера была нагрета до накала полученной температурой.

Некоторые предполагали, что изменение яркости периодических звезд происходит из-за непрозрачного тела, периодически заслоняющего свет. Если бы это тело было окружено атмосферой, подобной атмосфере нашей планеты, о его присутствии можно было бы судить по отсутствию или присутствию дополнительных линий поглощения в спектре звезды. Теперь три линии, определенные в спектре Бетельге, больше не были обнаружены, когда звезда достигла максимума яркости, что указывает на то, что это может быть присутствие атмосферы вокруг непрозрачного тела.

Что касается наших собственных планет, то в спектре Юпитера есть линии, указывающие на существование поглощающей атмосферы; одна полоса указывает на присутствие паров, подобных тем, которые существуют в нашей атмосфере, другая полоса не имеет аналогов среди линий поглощения земной атмосферы и говорит о каком-то газе, которого она не содержит.

В слабом спектре Сатурна есть линии, аналогичные линиям в спектре Юпитера. Эти линии менее четко обозначены в ансамблях колец и показывают, что поглощающая способность атмосферы вокруг колец меньше, чем у атмосферы, окружающей шар.

М. Янсен обнаружил линии, обозначающие водяной пар в атмосферах как Юпитера, так и Сатурна. В более преломляемой части спектра Марса были замечены несколько очень примечательных линий, которые, как предполагается, связаны с его красным цветом. Хотя спектр Венеры яркий, а темные линии отчетливые, никакие дополнительные линии не указывают на существование атмосферы, отличной от нашей.

Явления, возникающие в результате изучения туманностей, в высшей степени удивительны; их свет очень слаб, даже у самых ярких. "Общий свет всей туманности Ориона, самой большой и яркой из них, производит настолько незначительное впечатление невооруженным глазом, что вы можете двадцать раз посмотреть на ее место и вообще не увидеть никакого туманного света".^[23] Кроме того, яркость поверхности нельзя увеличить с помощью телескопа, каким бы хорошим он ни был. Несмотря на трудности, которые кажутся почти непреодолимыми, мистер Хаггинс в Англии и падре Секки в Риме занимались и продолжают заниматься этими исследованиями.

Планетарные туманности - прекрасные объекты; они похожи на планеты с круглым или овальным диском, ровные, слегка пятнистые и огромной величины; одна вблизи у Aquarii имеет диаметр двадцать секунд, а другая - двенадцать секунд. Сэр Джон Гершель вычислил, что если бы эти объекты были так же далеки от нас, как ближайшая из неподвижных звезд, то по наименьшей оценке их величина заполнила бы орбиту Урана. Он обнаружил двадцать восемь или двадцать девять из них, некоторые с красивым голубым оттенком, в южном полушарии; и по однородности дисков в обоих полушариях и очевидному отсутствию на них конденсата он предположил, что они могут быть полыми оболочками, излучающими слабый свет только со своей поверхности. Спектральный анализ этого света, проведенный мистером Хаггинсом в шести планетарных туманностях, показал, что их структура совершенно непохожа ни на что другое в мироздании,^[24] ибо вместо обычного спектра он обнаружил, к своему бесконечному удивлению, что спектры слабого света этих тел состоят только из трех ярких линий, подобных тем, которые исходят от сильно нагретого газа, и что линии демонстрируют некоторые из спектров водорода и азота и неизвестное газообразное вещество: отсюда он делает поразительный вывод, что планетарные туманности, вероятно, состоят из водорода, азота и какого-то неизвестного газа, без какого-либо твердого ядра вообще.

Кольцевая туманность в Лире, которая, вероятно, находится ближе всего к земле, и туманность гантель, дали спектр, указывающий на вещество в газообразной форме. Кольцевая туманность представляет собой полое эллиптическое кольцо из туманной материи огромной величины. Внутреннее отверстие кольца не совсем темное, но наполнено слабым туманным светом, как тонкая марля, натянутая на обруч. Туманность гантель в созвездии Лисички похожа на песочные часы из яркой материи, окруженные тонкой туманной атмосферой, которая придает всему этому форму сплюснутого сфероида. Обе эти туманности, если смотреть в очень мощную телескопическую установку, кажутся состоящими из мельчайших скоплений звезд, но спектры этих двух туманностей имеют одну яркую линию, поскольку структура обеих имеет одинаковый газовый состав.

Затем была исследована большая туманность на рукояти меча Ориона. Спектр света от самых ярких частей этой туманности, вблизи трапеции, был пересечен тремя яркими линиями, во всех отношениях аналогичными спектрам планетарной и других туманностей. Затем были последовательно исследованы другие части большой туманности, но спектры всех тех частей,

которые все еще были достаточно яркими для этого метода наблюдения, остались неизменными и демонстрировали только три яркие линии. Вся огромная туманность, насколько это было в пределах досягаемости прибора мистера Хаггинса, излучает свет, идентичный по своим характеристикам; свет от одной части отличается от света от другой части только интенсивностью. Более яркие участки этой туманности были в определенной степени преобразованы в звезды с помощью мощных телескопов лорда Росса и профессора Бонда из Соединенных Штатов Америки; следовательно, весь или большую часть света от этой части туманности следует рассматривать как объединенное излучение многочисленных звездных точек. Спектр этого излучения, пересеченный тремя яркими линиями, указывает на его газовый источник; следовательно, м-р Хаггинс делает вывод, что по крайней мере некоторые из этих звездных точек являются просто более плотными участками газообразного вещества, и что туманности, которые он исследовал, представляют собой огромные газовые системы.

Спектр большой туманности Ориона впоследствии был исследован Падре Секки. Он описывает свет спектра как однородно зеленый, пересеченный тремя яркими линиями; одна достаточно широкая и совершенно четкая, очень тонкая рядом с ней, а третья на небольшом расстоянии от последней. Этот спектр создавал разительный контраст со спектрами маленьких звезд в более ярких частях туманности. Как только свет от одной из этих звезд попадал в щель прибора, было видно, что его непрерывный спектр вспыхивает в поле зрения длинной цветной полосой. Это показывает, что масса вещества в этой огромной туманности находится в состоянии, отличном от состояния самих звезд, как уже заметил мистер Хаггинс. Падре Секки не делает из своих наблюдений никаких выводов относительно структуры туманностей в целом, вероятно, считая это преждевременным, но он выражает удивление их результатами.

С момента написания предыдущих строк мистер Хаггинс и профессор У. А. Миллер продолжили свои исследования строения небесных тел методом прямого одновременного сравнения линий в их спектрах с линиями в спектрах многих земных элементов. Спектры для сравнения получали по искре индукционной катушки, проведенной между точками из различных металлов; иногда использовалась платиновая проволока, окруженная ватой, смоченной раствором требуемого вещества. Телескоп прибора был установлен по экватору и следил за звездой с помощью часового механизма. Благодаря такому расположению спектр звезды и спектр сравниваемого с ней металла видны рядом; и совпадение или относительное положение темной линии в спектре звезды с яркой линией в спектре металла может быть определено с большой точностью.

Было обнаружено, что атмосфера Юпитера обладает гораздо большей поглощающей способностью, чем атмосфера земли; что у них есть некоторые общие газы или пары, но что они не идентичны.

Некоторые линии, видимые в атмосфере Сатурна, по-видимому, идентичны линиям, видимым в спектре Юпитера.

‘Линий, характеризующих атмосферы Юпитера и Сатурна, нет в спектре Марса. Группы линий появляются в синей части спектра; и они, вызывая преобладание красных лучей, могут быть причиной красного цвета, которым отличается свет этой планеты’.^[25]

В ярком свете Венеры были видны все более сильные линии солнечного спектра, но никаких дополнительных линий, указывающих на поглощающее действие атмосферы планеты, не было.

Авторы придерживаются мнения, что на большинстве планет свет, вероятно, отражается от облаков, плавающих на некотором расстоянии от поверхности, так что он не подвержен сильному поглощающему действию нижних и более плотных слоев атмосферы планеты, которые, как и наши собственные, наиболее эффективны при создании атмосферных линий.

Результаты наблюдений за неподвижными звездами чрезвычайно интересны, поскольку они показывают, что их элементарные составляющие подобны, но не идентичны; и что, хотя они содержат многие из шестидесяти пяти земных элементов, вероятно, существуют и новые неизвестные вещества.

Когда семьдесят темных линий в спектре звезды Альдебаран и восемьдесят линий в спектре α Ориона (Бетельге) были сравнены с яркими линиями в спектрах паров различных земных простых элементов, было обнаружено, что Альдебаран содержал девять земных веществ, а α Ориона - пять: то есть только девять из семидесяти темных линий Альдебарана совпадали с яркими линиями, и пять из восьмидесяти линий α Ориона. Тем не менее, семьдесят и восемьдесят темных линий, которые были сравнены, представляли собой одни из самых сильных из многочисленных линий, которые были замечены в спектрах этих звезд. Некоторые из оставшихся, вероятно, образовались из-за паров других земных элементов, которые не сравнивались с этими звездами, но мистер Хаггинс приходит к выводу, что многие из этих темных линий обусловлены новыми неизвестными элементами, существующими в этих звездах, и что мы не можем предположить, что шестидесять пять простых земных элементов составляют весь первичный материал Вселенной. Однако сообщество материи существует во всем видимом творении, ибо звезды содержат многие элементы, общие для солнца и земли. 'Примечательно, что элементы, наиболее широко рассеянные по сонму звезд, являются одними из тех, которые наиболее тесно связаны с живым организмом нашего земного шара, включая водород, натрий, магний и железо. Не может ли быть так, что, по крайней мере, самые яркие звезды подобны нашему солнцу, являются поддерживающими и заряжающими энергией центрами систем миров, приспособленных для обитания живых существ?'

Что касается туманностей, наблюдения мистера Хаггинса показывают, что девять из них газообразные, в спектрах шести видны три яркие линии, в одной также видна дополнительная слабая линия, в то время как спектры туманности гантель и кольцевой туманности в Лире показывают яркость только трех зеленых линий. Спектры восьми других туманностей были непрерывными, показывая, что их свет не претерпел никаких изменений на пути к нам.

Мистер Хаггинс смог различить свет ядра кометы и свет ее хвоста. Ядро самосветящееся, и его вещество находится в виде воспламененного газа. Кома светится отраженным светом, как и облака, и наблюдения за спектрами дают основания полагать, что кометы в основном состоят из азота и другого элементарного тела, отличного от азота, в сочетании с ним.

Земные элементы, обнаруженные в неподвижных звездах, показывают, что, подобно солнцу, они имеют интенсивно светящиеся ядра: но если считать само собой разумеющимся, что сильно нагретые газы не светятся внутри, то планетарная туманность и большая туманность в самом Орионе, таким образом, рассматриваемые как газообразные, должны излучать слабый свет только со своих поверхностей. Все истинные скопления звезд, которые телескоп разлагает на отдельные яркие точки света, дают спектр, который не состоит из отдельных ярких линий, а, по-видимому, является непрерывным в своем свете. Большая туманность в Андромеде, которая видна невооруженным глазом, имеет, по-видимому, непрерывный спектр, но вся красная и

оранжевая части отсутствуют, а более яркие части имеют пестрый вид. Легко различимое скопление в Геркулесе имеет аналогичный спектр; лорд Росс обнаружил темные полосы в обоих.

Существует поразительное соответствие между результатами призматических и телескопических наблюдений; половина туманностей с непрерывным спектром была преобразована в звезды, в то время как ни одна из газовых туманностей не была преобразована даже с помощью телескопа Лорда Росса. Таким образом, представляется вероятным, что первичная туманная материя действительно существует, согласно теориям сэра Уильяма Гершеля и Ла Плейса.

Строение самого солнца, которое образует единое целое среди множества звезд, составляющих Млечный Путь, и поддержание его света и тепла без видимых потерь, все еще в различных отношениях покрыто тайной.

Светящаяся газовая атмосфера Солнца имеет большую протяженность и более низкую температуру, по крайней мере в ее верхних областях, чем фотосфера, на которой оно покоится. Фотографии солнца, сделанные г-ном Де ла Рю, показывают, что свет от границы солнечного диска менее интенсивен, чем от экватора, из-за большей глубины солнечной атмосферы, через которую он должен пройти, прежде чем достигнет Земли, и которая поглощает большую часть света.

Фотосфера Солнца имеет пятнистый вид, демонстрируя мельчайшие массы, которые должны быть огромной величины, чтобы быть видимыми на таком расстоянии. Они были исследованы с помощью очень мощной телескопической установки мистером Нэсмитом, который описывает их как линзообразные тела удивительно однородной формы и сравнивает их с листьями ивы, пересекающимися друг друга во всех направлениях и неравномерно движущимися между собой. Мистер Де ла Рю и падре Секки говорят, что видели нечто подобное, а другие сравнивают их с рисовыми зернами. Сэр Джон Гершель^[26] придерживается мнения, что они состоят из раскаленного вещества, поддерживаемого на уровне, соответствующем их плотности в атмосфере Солнца, атмосфере, которая, по его мнению, варьируется от жидкого состояния внизу до наивысшей плотности разреженного газа вверх. В мемуарах, прочитанных в Парижском институте,^[27] М. Файе предлагается нечто подобное.

Существуют сравнительно более яркие волны солнечного диска, называемые факулами, которые представляют собой участки фотосферы солнца, выброшенные в более высокие области его атмосферы; поскольку г-н Де ла Рю сделал стереоскопический снимок солнечного пятна и некоторых факул, на котором пятно оказалось впадиной, а факулы - приподнятыми гребнями. Находясь выше фотосферы, их свет меньше поглощается атмосферой Солнца, и, напротив, они ярче на менее светящейся границе солнечного диска, чем на экваторе.

Похоже, что красные языки пламени и выпуклости, видимые по краю солнца во время полного затмения, являются газообразными или парообразными светящимися телами, которые, несомненно, принадлежат солнцу; поскольку во время полного затмения 1860 года было замечено, что, когда луна двигалась по диску Солнца, красные языки пламени и часть короны оказались с той стороны, которую она покинула, и были закрыты ее диском с той стороны, к которой она приближалась. Кроме того, осветительный эффект красного света этих огней

настолько уступает его фотографической силе, что г-н Де ла Рю сфотографировал один из выступов, хотя он был невидим невооруженным глазом.

Солнечные пятна, расположенные в той области солнца, которая находится ниже фотосферы, состоят из центральной темноты или тени, окруженной менее темной полутенью. Профессор Уилсон из Глазго доказал, что пятна представляют собой полости, дно которых образует тень, или самая темная часть, а полутень - наклонные стороны, заметив, что тень вторгается на ту сторону полутени, которая находится рядом с видимым центром солнца. Следовательно, тень пятна находится на более низком уровне, чем полутень; и поскольку светящиеся гребни и иногда отдельные участки светящегося вещества пересекают пятна, делается вывод, что все явление находится под поверхностью. Пятна имеют видимое движение с востока на запад из-за вращения солнца; и м-р Кэррингтон обнаружил, что они имеют собственное движение также с востока на запад, причем те, которые ближе всего к солнечному экватору, движутся быстрее всего. Они приурочены к экваториальным областям.

Пока не установлена причина периодичности появления пятен, которые проходят цикл максимумов и минимумов почти каждые десять лет. Они особым образом связаны с земным магнетизмом; максимум пятен совпадает с периодом наибольшего возмущения земного магнетизма. Пятна, по-видимому, находятся под влиянием планеты Венера таким образом, что когда пятно в результате вращения приближается к эклиптической окрестности этой планеты, оно имеет тенденцию растворяться; и, с другой стороны, когда поверхность солнца удаляется от планеты, оно имеет тенденцию распадаться на пятна.^[28]

ЧАСТЬ II.

РАСТИТЕЛЬНЫЕ ОРГАНИЗМЫ.

РАЗДЕЛ I.

МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА.

Изучение бесконечно малого в растительном и животном мире так же интересно, как и взаимосвязь между силами природы и частицами материи.

Внутренняя органическая структура растительного мира состоит из огромного разнообразия различных текстур, которые невозможно определить невооруженным глазом, и для различения которых по большей части требуется очень большое увеличение. Но окончательный анализ показал, что овощи представляют собой химическую комбинацию нескольких очень простых веществ. Углерод и три элементарных газа составляют основу всего. Ни одна часть не содержит менее трех из этих универсальных элементов, отсюда большая однородность, наблюдаемая в химической структуре овощей. Элементы соединяются внутри живого растения по тем же законам, что и в неорганическом творении, и химические законы, действующие на них, те же.

Ибо, как уже упоминалось, г-н Бертло, соединив углерод и водород в ацетилен, на что не способно ни одно растение, он принял его за основу, из которой вывел, согласно общим законам синтетической химии, сотни веществ, в точности подобных тем, которые вырабатываются овощами. Хотя из этого можно сделать вывод, что химическое действие в растении такое же, как и в неорганическом мире, все же оно совершается внутри растения под контролем оккультного принципа растительной жизни. Никакие простые физические силы не способны непосредственно образовать изнеорганических элементов живой организм, прохождение которого через цикл прорастания, роста, размножения и разложения служит столь важным отличием его от инертной материи. Растения, действительно, заимствуют материалы из неорганического мира и силы из физического, чтобы формировать из них живые структуры, но и то, и другое после смерти возвращается в великую сокровищницу природы.

При прочих равных условиях сила и богатство растительности пропорциональны количеству получаемого света и тепла. Функции света и тепла различны, но их совместное и непрерывное действие необходимо для идеального развития растительности. Свет позволяет растениям разлагаться, превращаться в живую материю и уплотнять неорганические элементы углекислого газа, воду и аммиак, которые поглощаются листьями и корнями из атмосферы и земли; количество консолидированного углерода точно пропорционально интенсивности освещения, что объясняет более темный зеленый оттенок тропических лесов. Свет, действующий по своему химическому характеру, является раскисляющим началом, с помощью которого образуются многочисленные нейтральные соединения, характерные для овощей. Это основной агент при приготовлении растительной пищи, и во всех сочетаниях и разложениях соблюдается закон определенных количественных пропорций. Именно во время этих химических изменений медленно выделяется теплостойкость растений, которая, хотя обычно и слабая, иногда бывает очень ощутимой, особенно когда формируются цветы и плоды, из-за увеличения химической энергии в это время. Предполагается, что той же причиной вызвано фосфоресценция некоторых цветковых растений и некоторых грибов.

Действие тепла проявляется на протяжении всей растительной жизни, но его проявления принимают различные формы, соответствующие периоду и условиям произрастания. От этого зависит образование белковых и азотистых веществ, которыми изобилуют семена, почки, кончики корней и все те органы растений, которые либо находятся в состоянии активности, либо предназначены для будущего развития. Полученное тепло, действуя по всему организму растения, может до неопределенной степени улучшить его структуру и, таким образом, снабдить новыми инструментами для химического воздействия света и производства новых органических соединений. Вся энергия растительной жизни проявляется в этом производстве, и, осуществляя его, каждый орган черпает не только материалы, но и энергию из окружающей его вселенной. Организующая сила растений находится в эквивалентном отношении к свету и теплу, которые действуют на них. Одно и то же однолетнее растение от прорастания до созревания семян получает примерно одинаковое количество света и тепла, независимо от широты, причем скорость его роста обратно пропорциональна количеству, которое оно получает в любой данный момент времени. У представителей одного и того же вида чем быстрее рост, тем короче жизнь.

Живая среда, обладающая удивительным свойством превращаться в энергию под действием света и тепла и составляющая все растение или большую его часть, в своей простейшей форме представляет собой крошечный шарик, состоящий из двух бесцветных прозрачных

концентрических ячеек, находящихся в самом тесном контакте, но существенно различающихся по характеру и свойствам. Внешний, самый прочный, состоит из одного или нескольких концентрических шаровидных слоев целлюлозы, вещества, близкого к крахмалу, представляющего собой химическое соединение углерода, водорода и кислорода в пропорциях 12, 10 и 10 соответственно.^[29] Он образует универсальный каркас или скелет растительного мира, но он не имеет никакого отношения к жизненно важным функциям растительности. Он служит только защитой для находящейся внутри него шаровидной клетки, которая называется первичной клеткой, потому что она образуется первой, и потому что она в высшей степени составляет живую часть, поскольку от нее зависят все явления роста и размножения. На своей самой ранней стадии первичная клетка представляет собой шаровидную массу азотированной бесцветной организуемой жидкости, называемой протоплазмой, жизненной кровью растительности, содержащую белковое вещество и декстрин или крахмальную камедь. Он достаточно вязкий, чтобы сохранять свою шаровидную форму, но его поверхность слегка уплотняется, образуя тонкую мягкую пленку. Вязкая белковая жидкость внутри него смешана с ярко окрашенными полупрозрачными частицами, содержащими крахмал; кроме того, в ней имеются полости или вакуоли, заполненные водянистым растительным соком с высокой преломляющей способностью. Постепенно окрашенные частицы все больше и больше уплотняются в шарике слизи, который составляет ядро первичной клетки. Количество водянистого сока в полостях увеличивается настолько, что в конечном итоге заполняет почти всю клетку за счет вязкой протоплазмы, которая затем просто образует оболочку клетки, либо окрашенную, либо гиалиновую. Затем первичная клетка секретируется и обволакивает себя прочными защитными слоями целлюлозы, которые уже были описаны. Из-за своего яркого цвета, который в основном зеленый, все содержимое первичной клетки называется эндохромом. Мельчайшее шаровидное ядро содержит жидкость с высокой преломляющей способностью и покрыто тонкой пленкой. Его структура, которая лучше всего видна в волосках и молодых частях растений, не всегда одинакова, и не всегда он находится в центре первичной клетки, иногда прикрепляясь к внутренней клеточной стенке.^[30] От крошечного, но сложного органа, первичной клетки, зависит растительная жизнь.

Впоследствии будет показано, что первичная клетка иногда образует целое растение, с клеточной оболочкой или без нее. Благодаря постоянному разделению пополам при нанесении такого покрытия формируются и удлиняются линейные растения, такие как конфервей (рис. 3). Когда вот-вот произойдет деление пополам, клетка увеличивается в длину; ядро, которое всегда играет важную роль в формировании клетки, самопроизвольно делится на половинки; в то же время клеточная стенка сужается посередине и постепенно складывается между ними, разделяя исходную клетку на две новые, в которых ядра становятся совершенными и принимают свое нормальное положение. Концевая ячейка может подвергаться тому же процессу, так что растение может удлиняться бесконечно.

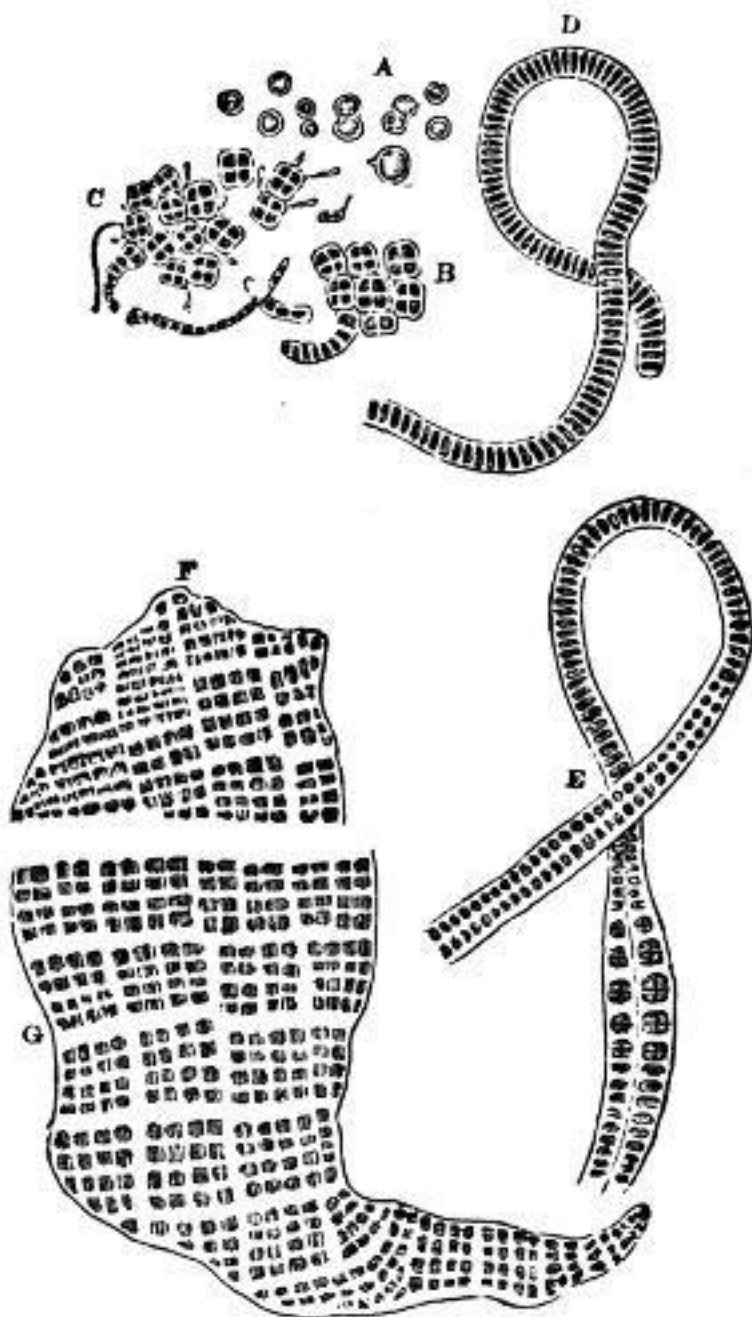


Рис. 3. Развитие Ульвы: —А, изолированные клетки; В, С, сгруппированные разделенные клетки; D, E, конфертоидные нити; F, G, ветвистые разрастания.

Растения, распространяющиеся в двух направлениях, образуются и увеличиваются в размерах путем последовательного деления клеток на четыре равные части, как у некоторых фуци, и твердая растительная масса образуется и увеличивается по тому же принципу, так что она состоит из скопления первичных клеток или шариков, покрытых целлюлозой, которые при взаимном давлении принимают многогранную клеточную форму. Чаще всего встречаются шесть или восемь сторон; при шестигранной форме участок твердого тела похож на пчелиные соты, но часто он напоминает очень неправильной формы тонкое кружево или сетку. Форма ячеек, которая зависит не только от количества сторон, но и от направления давления,

чрезвычайно различна у разных растений и в разных частях одного и того же растения. Размер ячеек составляет в среднем от трех до пятисотой доли дюйма в диаметре. Некоторые из них очень крупные, как мякоть апельсина и лимона; но в пыльце цветущих растений и в других случаях они не превышают тысячной доли дюйма в диаметре, следовательно, невидимы невооруженным глазом. Иногда клетки вытянуты в направлении наименьшего давления, как в стеблях и волосках растений, или иногда они имеют звездчатую форму. В более рыхлых и мясистых частях они сохраняют свою шаровидную форму и только соприкасаются друг с другом, оставляя треугольные промежутки между ними, заполненные воздухом у водных растений; но в целом клетки удерживаются вместе вязкой жидкостью. Когда эти межклеточные пространства, независимо от того, оставлены ли они шаровидными или многоугольными клетками, располагаются одно над другим на некотором расстоянии, они образуют межклеточные проходы или каналы, а иногда они образуют лакуны или большие пустые пространства.

Несмотря на большое разнообразие форм, это плотное скопление клеток, называемое клеточной тканью, является универсальной основой растительного строения; оно составляет основную часть всех растений и всю массу многих других. Хотя он часто бывает ярко окрашенным, как в цветках, зеленых листьях и молодых побегах, он часто гиалиновый и бесцветный. Темные клетки на рис. 4 обозначают зеленую часть листа, белые - это части бесцветной кожуры. Поскольку первичная клетка является средой, в которой действуют свет и тепло, клеточная ткань присутствует везде, где происходит рост, поскольку все жизненно важные операции происходят внутри ее клеток. Все органы растений на самой ранней стадии развития полностью состоят из клеточной ткани, и даже у вполне взрослых деревьев кора и сердцевина стебля, а также мягкие части листьев и цветов обычно состоят из клеток этой ткани, которая, хотя и принимает большое разнообразие форм, никогда не отклоняется далеко от первоначального типа. Каждое важное изменение в структуре клетки уменьшает или разрушает ее способность вносить вклад в питание растения, что проявляется во всех тканях, полученных из нее, и что, согласно М. фон Молю, является необходимым следствием исчезновения жизненно важной части первичной клетки из тех частей клеточной ткани, которым суждено претерпеть изменения.

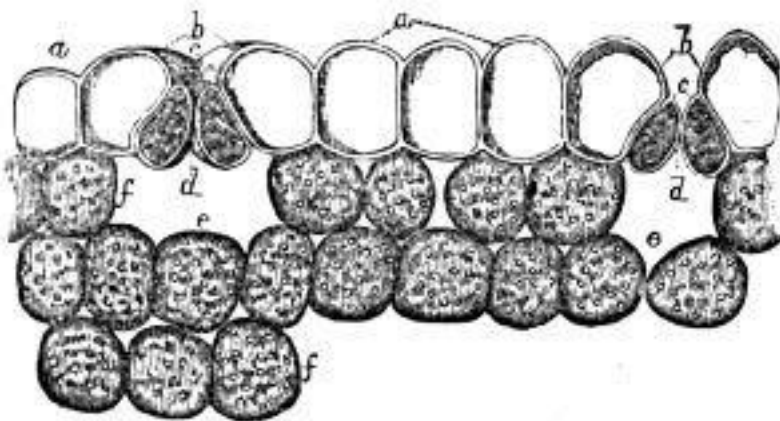


Рис. 4. Вертикальный разрез кутикулы *Iris germanica*:—*a*, клетки кутикулы; *b*, клетки по бокам устьиц; *c*, маленькие зеленые клетки, расположенные внутри них; *d*, отверстия устьиц; *e*, лакуны паренхимы; *f*, клетки паренхимы.

Волокнисто-сосудистые пучки, составляющие древесину деревьев и образующие последовательные цилиндры вокруг ствола между сердцевинной и корой, состоят из сосудистых протоков и древесного волокна. Сосудистые протоки образованы из крупных широких клеток, каждая из которых стоит на уплощенном конце другой, при этом их полости, таким образом, отделены друг от друга перегородками, направленными под прямым углом к их продольной оси. Эта сосудистая ткань в молодом возрасте переносит сок от корней через стебель и ветви к листьям. Он входит в состав стеблей всех вьющихся и быстрорастущих растений, у которых происходит быстрая циркуляция сока и обильное потоотделение. Сок в этом сыром состоянии свободно проходит через перегородки, являясь, вероятно, диализируемой жидкостью; но осенью, когда сок перестает выделяться, перегородки либо всасываются, либо разрушаются, как видно по их фрагментам, которые иногда остаются, и тогда протоки наполняются воздухом, который они передают для созревания сока в листьях и всех частях растения. Некоторые сосудистые протоки имеют очень узкие параллельные волокна голубоватого цвета, скрученные в более или менее эластичную спираль от конца к концу их внутренней поверхности, которая в гораздо большем количестве случаев поворачивается в том же направлении, что и левосторонний винт. В некоторых протоках они просто пересекают внутреннюю стенку ячейки на одинаковом расстоянии в виде кругов. Сетчатая форма от пересечения правой и левой спиралей встречается все же чаще, чем простая спираль; едва ли найдется растение, начиная со мхов и выше, у которого нельзя было бы обнаружить эту структуру.

В подавляющем большинстве случаев вторичная внутренняя мембрана некоторых протоков перфорирована отверстиями различной формы, иногда неправильной, а иногда правильной, как сито, и по этой причине их называют тканью с ямками.

В стволе дерева сосудистые цилиндры чередуются с цилиндрами из древесных волокон, как можно видеть на участке, перпендикулярном оси, в котором две ткани образуют ряд чередующихся колец. Древесная или одревесневшая ткань, которая придает прочность и монолитность всем растительным структурам, состоит из пучков почти параллельных трубчатых волокон веретенообразной формы, чьи утонченные концы прилегают конец к концам тех, что находятся над и под ними, так что они образуют группы почти прямых линий; но хотя концы этих трубчатых волокон накладываются друг на друга, они не препятствуют свободной циркуляции сока. Различные слои этих объединенных тканей, образующих древесину, не передают поднимающийся сок в равном количестве. Самые внешние слои, которые находятся ближе всего к коре, которые всегда формируются последними или самыми молодыми, передают ее в наибольшем количестве, и по этой причине называются заболонкой древесины: чем старше слои, тем меньше они передают, потому что внутренние стенки клеток обеих тканей покрыты последовательными слоями слизистого вещества, которое является красящим веществом древесины (лигнин) и называется склерогеном, которое становится твердым, в конечном итоге соединяется со стенками клеток и заполняет или почти заполняет трубчатые волокна и сосудистые протоки, так что те, которые ближе к центру дерева, теряют или почти заполняют их. теряется способность проводить сок, как в твердой древесине, такой как дуб, хотя в более мягкой древесине, такой как липа, она не теряется полностью. Древесная ткань образует основную часть стеблей, ветвей и побегов деревьев и кустарников; она придает твердость листьям, цветам и всем их частям и прочность стеблям и кожице травянистых растений; она содержится в коре всех деревьев и составляет прочное волокно конопли, льна, агавы и многих других растений, из которых изготавливают лен, парусину и веревки. Клетки, выстланные

склерогеном, образуют скорлупу орехов, какао-орехов и грецких орехов, а также косточки вишни, персика и сливы, коричневую оболочку косточек яблок и груш, зернистые частицы в сердцевине груши, белую оболочку косточек апельсина и лимона, шелуху гороха и т.д.

Все ткани представлены на [рисунке 5](#), который представляет собой продольный разрез итальянского тростника, сильно увеличенный. Он состоит из трех частей: на *a* представлена клетчатка сердцевины; *b* - фиброзно-сосудистый пучок, содержащий кольцевые протоки (1), спиральные протоки (2), проток с ямками (3), а также длинные веретенообразные нити древесного волокна; *c* - внешняя часть тростника, состоящая из клетчатки, два поверхностных ряда которой довольно сжаты и заполнены цветными частицами.

Помимо спиральных сосудов, которые прикреплены к внутренним стенкам сосудистых протоков, существуют группы независимых спиральных сосудов необычайной красоты и эластичности, замечательным примером которых являются семена дикого мускатного ореха. Они состоят из цилиндрических трубок с коническими концами, закрученных в правый или левый винт, который можно разматывать, не ломая. Они содержатся в листьях почти всех растений, в лепестках и тычинках цветов, в плодоножках всех плодов, даже в мельчайших семенах; большие параллельные пучки их, заключенные в шестиугольную клетчатку, можно увидеть в прожилках ядра лесного ореха, и они образуют мозговую оболочку, которая окружает сердцевину у деревьев. Все они полые и способны пропускать жидкости.

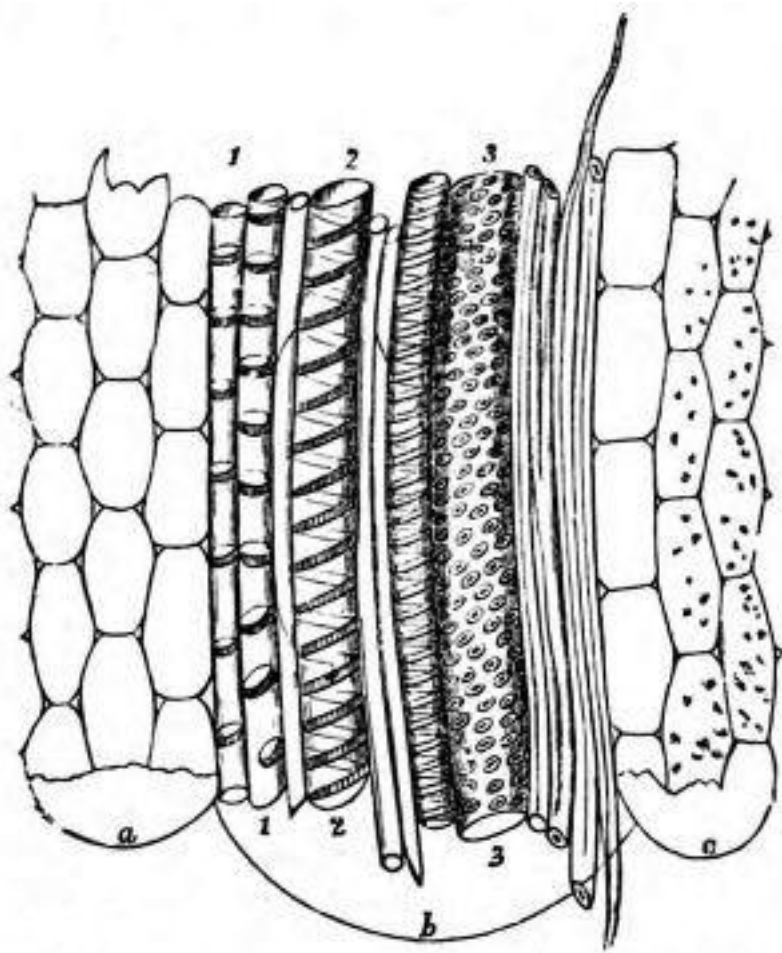


Рис. 5. Продольный разрез стебля итальянского тростника:—*a*, сердцевина; *b*, фиброзно-сосудистые пучки; *c*, кутикула.

Латифицирующие сосуды, или *vasa propria*, те, которые содержат соответствующие соки растений, молочного или окрашенного цвета, чрезвычайно разнообразны по своей форме и расположению у разных растений и в разных частях одного и того же растения. В листьях они обычно образуют тонкую капиллярную сеть, в коре они образуют систему длинных сосудистых протоков, образующих вытянутую неправильную сеть, по которой проходят соответствующие соки; иногда они образованы из клеток, соединенных конец к концу, и часто они представляют собой тонкие разветвляющиеся гибкие трубки, проходящие через проходы или промежутки клеточной ткани и иногда заполняющие лакуны.^[31]

Все вышеперечисленные ткани можно найти во многих овощах высшего класса - тех, которые отличаются наличием семян с двумя лопастями или семенных листьев, таких как наши обычные деревья, кустарники и большинство травянистых растений. Пальмы, злаки, злаковые травы, тростники и все растения, имеющие семена только с одной лопастью, которые образуют второй класс, состоят из клеточной ткани, смешанной с волокнисто-сосудистыми пучками; в то время как в третьем, или бесцветковом, классе, несущем споры, наблюдается общая тенденция ко все более и более простому строению, от древовидного папоротника до лишайников и водорослей, которые в последнюю очередь состоят только из клеточной ткани и содержат низшие зародыши растительной жизни.

У семян миниатюрное растение заключено между двумя долями, как у гороха и фасоли, или в полости долек, как у зерна пшеницы или ячменя; и все части зародыша просто развиваются в совершенное растение в процессе вегетации. Напротив, спора, являющаяся семенем криптогамы, или бесцветкового класса растений, представляет собой мельчайшую шаровидную клетку, полную зернистого вещества, в которой еще не обнаружено зародыша, так что предполагается, что части будущего растения образуются в процессе вегетации, а не развиваются. Семена, а также споры иногда дают новые сорта, в то время как почки и отводки лишь передают материнское растение со всеми его особенностями. У высших классов органы питания и размножения всегда разделены; у низших классов растительной жизни они часто одни и те же. Семена не имеют ничего общего со спорами ни по размеру, ни по количеству; последние часто настолько чрезвычайно малы, что невидимы невооруженным глазом, и их нельзя сосчитать даже тысячами. Похоже, что существа, будь то животные или растительные, плодovиты в обратном соотношении к их размеру. Невероятное множество низших видов растительной жизни, быстрота их роста, краткость их существования и их огромная плодovитость делают их мощными агентами в подготовке почвы для высших классов, которые питаются за счет их разложения. Но как только падают даже монархи леса, начинается разрушительная работа; свет и тепло, которые в их химической форме привели их к зрелости, теперь в их физическом характере ускоряют их разложение; мох и лишайник возобновляют свою власть и живут за счет умирающих, цикл, который увековечивает зеленую мантию земли.

Несмотря на важную роль, которую эти низшие существа играют в хозяйстве природы, они были недостаточно известны, пока не стали испытанием для микроскопа. Тогда действительно не только были обнаружены самые удивительные организмы у якобы племен криптогамии, но и взору смертного предстало новое и невиданное творение, настолько разнообразное, удивительное и неисчерпаемое, что ему нельзя установить никаких пределов. Это невидимое

творение изобилует на земле, в воздухе и в водах, неисчислимо, как песок на морском берегу. Эти существа обладают собственной красотой, и украшены и отделаны с такой же тщательностью, как и существа более высокого порядка. Чем глубже исследование, тем больше проявляется невыразимое совершенство Божьих дел, будь то в величии небес или в бесконечно малых существах на земле.

РАЗДЕЛ II.

ВОДОРΟΣЛИ.

Главными объектами изучения растительной жизни являются органы, с помощью которых они получают и ассимилируют вещества, необходимые для их питания и роста, а также те, с помощью которых поддерживается непрерывность их расы и передается их тип из века в век. В низшей группе растений, представленной водорослями, которые рассматриваются в первую очередь, эти два свойства сочетаются; в высшей они отчетливо различаются, но прогресс от одного к другому можно проследить по восходящему ряду строения растения. У простых сортов овощей первичная клетка часто образует целое растение; она появляется первой, а затем покрывается оболочкой либо из целлюлозы, либо из студенистого вещества.

Множество примеров этого можно найти среди водорослей, которые все являются водными растениями и растут либо прикрепленными к другим телам, либо плавают независимо и живут, некоторые виды в пресной воде, а другие - в море и его устьях. Водоросли поглощают углекислоту и выделяют кислород под воздействием солнечного света точно так же, как это делают цветущие растения; говорят, что количество выделяемого ими кислорода огромно.

Прежде чем перейти к описанию структуры и развития водорослей, возможно, было бы желательно указать кое-что из классификации этой любопытной группы растений. Как уже говорилось, все они без исключения являются водными растениями. Они состоят из трех различных отрядов: хлороспермные, имеющие зеленые споры; родоспермные, имеющие красные споры; и меланоспермные, имеющие споры оливкового цвета. Эти группы охватывают все разнообразие растений, известных как морские водоросли, а также клеточные растения, которые развиваются в пресной воде.

Хлороспермные можно разделить на три группы, а именно: те, которые являются просто клеточными, включая пальмовые, зеленые десмидиевые и желто-коричневые диатомовые, покрытые кремнием; те, которые являются нитевидными, обычно называемые конфервами, и включают настоящие конфервасовые, у которых нити не имеют составной оси, батрахоспермные, у которых нити частично соединены с осью, ностохиевые, у которых тонкие монилевидные нити покрыты слизистой оболочкой. или студенистая масса, осцилляторные и некоторые другие; и те, которые являются листовидными, включая ульвовые. Все это монозеленые растения, репродуктивные органы которых представляют собой зооспоры,

снабженные ресничными отростками, или неподвижные кисты, заполненные эндохромом, настоящие сперматозоиды присутствуют редко.

Родоспермы делятся в основном на две группы, определяемые природой и положением их спор: в одной споры неопределенны и образуются внутри материнских клеток; в другой споры единичны в верхних соединениях нитей ядра. К первой группе относятся Ceramiales, которые представляют собой нитевидные суставчатые растения с обнаженным ядром, и Rhodomeniales, которые представляют собой сложные суставчатые растения со спорами, образующимися в клетках моноилиформных нитей. Вторая группа включает, среди прочих, Rhodomeliales и Laurenciales, первые суставчатые, вторые нечленораздельные, и оба несут концевые споры и имеют концептуальное ядро. К этой группе также принадлежат известковые коралловые и хрящевые или перепончатые сферококкоидные. Растения этой группы двудомные, с двумя видами плодов, споровыми и тетраспоровыми, и они несут антеридии, наполненные активными сперматозоидами.

Меланоспермия делится на два ряда, членораздельный и нечленораздельный. К первым относятся эктокарпии, которые представляют собой нитевидные растения с наружными кистами, и хордарики, которые представляют собой переплетенные цилиндрические растения с погруженными кистами. К последним относятся ламинарии, плоские, часто ленточковидные, иногда гигантские растения, споры у которых расположены поверхностно и неопределенно, и фукариевые, которые составляют значительную долю береговых сорняков наших морей и эстуариев и которые несут свои споры в эллиптических или сферических чашечках, утопленных в листьях. Меланоспермии бывают моносеменными или раздельнополыми, и сперматозоиды являются общими среди них, хотя иногда размножение осуществляется с помощью зооспор, напоминающих сперматозоиды.

Обозначив таким образом несколько групп большого семейства Водорослей, мы теперь проследим их структуру и развитие, начиная с наиболее простых форм, встречающихся среди хлороспермных.

Родниковая вода поглощает кислород, азот и значительную долю углекислого газа из земли и атмосферы, не теряя своей прозрачности, но, несмотря на эту кажущуюся чистоту, при кратковременном воздействии солнца появляется зеленая слизь, которая, как показывает микроскоп, состоит из шариков или везикул, заполненных зеленым веществом — первичной клеткой в ее самой ранней форме. Зеленая слизь не образуется в родниковой воде, если ее держать в темноте, поэтому солнечный свет является основным фактором этого роста, который ни в коем случае не является самопроизвольным зарождением; это просто развитие одного или нескольких из многих видов невидимых невооруженным глазом зародышей, которые существуют в земле, воздухе и воде мириадами, ожидая, пока благоприятные обстоятельства позволят им прорасти.

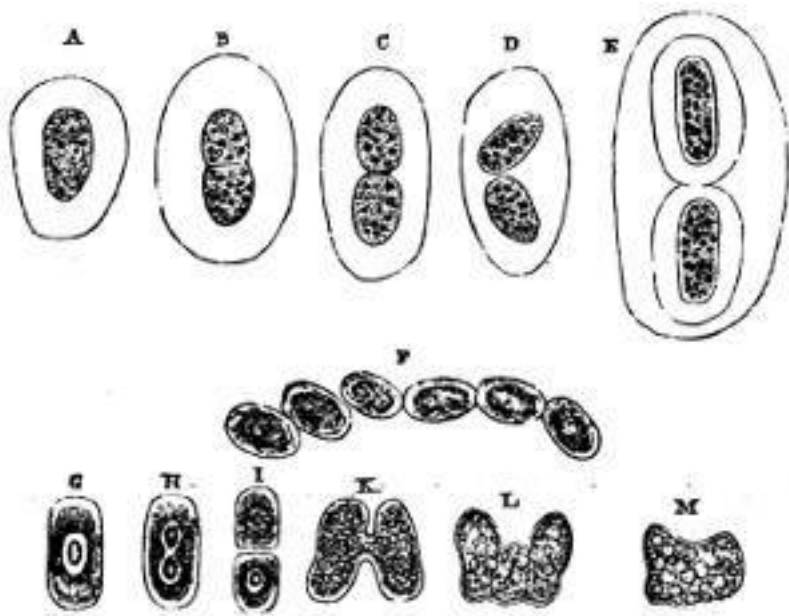


Рис. 6. *Palmogloea macrocossa*: —А, полностью выросшая клетка; В-Е, последовательные стадии бинарного деления; F, ряд клеток, полученных в результате последовательности делений; G-I, клетки, обработанные йодом; K-M, клетки в конъюгации.

Слизь, покрывающая влажные стены или камни, и влажные утесы или скалы в море, а также слизь, которая иногда плавает на поверхности воды, по словам М. Бори де Сент-Винсента, являются временными созданиями, ожидающими организации. Примером этого является конферва *Palmogloea macrocossa* (рис. 6). Это зеленая слизь, покрывающая влажные места, состоящая из микроскопических первичных клеток, каждая из которых окружена студенистой оболочкой и заполнена зеленым зернистым веществом, иногда концентрирующимся в ядро. Это необычное растение размножают двумя различными способами. Эндохром или зеленое вещество внутри клетки самопроизвольно делится на две равные части, тонкая оболочка клетки загибается вокруг двух концов, разделяя их, затем каждая половина принимает шаровидную или яйцевидную форму и выделяет вокруг себя студенистое вещество, которое завершает разделение, так что они образуют два различных и независимых растения, во всех отношениях похожих на то, из которого они были выведены. Через некоторое время каждое из этих растений подвергается аналогичному разделению пополам, так что образуются четыре новых растения с их студенистыми оболочками; тем же способом образуется восемь, и так до бесконечности, при этом орган питания остается тем же, что и орган размножения. Опять же, мембрана или пленка, покрывающая каждую из этих первичных клеток, настолько тонкая и мягкая, что иногда две соседние клетки серии объединяются в одну массу путем слияния их стенок и внутреннего вещества, которое затем покрывается мембраной и после различных внутренних изменений превращается в спору, которая прекращает поколение. Мало-помалу спора прорастает, образуя зеленую первичную клетку, которая выделяет студенистую оболочку, и в процессе деления пополам становится прародительницей нового поколения, которое завершается объединением двух соседних клеток для образования споры, циклом альтернативных способов размножения, который может продолжаться до тех пор, пока не закончится каким-либо внешним обстоятельством, например зимними холодами.

Когда вещество в двух соседних ячейках соединяется, образуя спору, оно становится зернистым и смешивается с мельчайшими частицами масла, которые соединяются в каплю; и спора, которая сначала зеленая, постепенно приобретает желто-коричневый цвет; и наоборот, когда спора начинает расти, масло исчезает, и его место занимает зеленое вещество. Это частое явление во время образования спор у этого класса растений, поскольку эндохром, или внутреннее вещество, — которое состоит из небольшого разнообразия элементов, вероятно, находящихся в состоянии неустойчивого равновесия или изменений, — легко разлагается и рекомбинируется в новые вещества под действием химических веществ, но разделение клеток пальмоглии пополам с образованием новых особей, вероятно, происходит только под действием тепла. Нет очевидной разницы между клетками, отобранными для производства спор путем их объединения, и другими. Похоже, что в каждом растении определенные клетки зарезервированы для определенных целей. Профессор Карстен полагает, что клетки с ядрами предназначены для размножения, в то время как клетки, лишенные ядер, предназначены для секреции.

Протококк плювиальный (рис. 7), один из одноклеточных, часто встречается в резервуарах с дождевой водой. Споры растения (рис. 7 А) представляют собой шаровидную первичную клетку, покрытую двойным слоем целлюлозы, иногда отделяемую водной жидкостью, иногда нет. Клетка заполнена протоплазмой, бесцветной водянистой жидкостью, в которой рассеяны красные и зеленые частицы. Когда эта спора начинает расти, эндохром, или твердое вещество в первичной клетке, самопроизвольно делится на две одинаковые части, круглые на одном конце и сужающиеся к заострению или клюву на другом, каждая из которых покрыта очень тонкой пленкой прозрачной бесцветной протоплазмы.

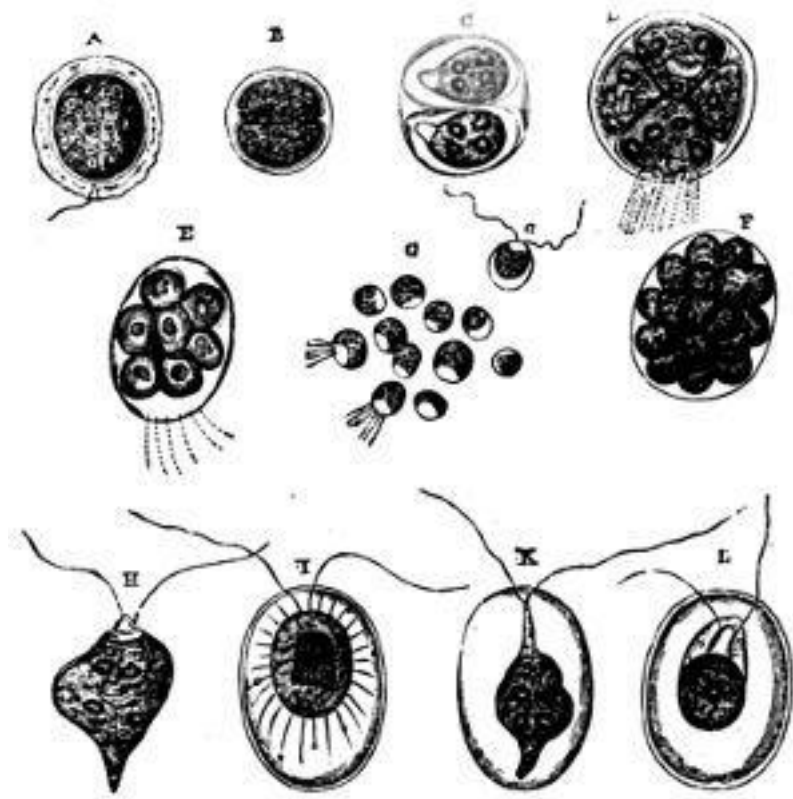


Рис. 7. *Protococcus pluvialis*: —А, инцистированная клетка; В, С, клетки, разделенные на две; D, клетка, разделенная на четыре; Е, клетка, разделенная на восемь; F, клетка, разделенная на тридцать две; G, вырвавшиеся подвижные гонидии; H-L, первичные усики, снабженные ресничками.

После различных изменений зеленое вещество с несколькими красными пятнами уплотняется в толстую круглую половину, в то время как сужающаяся клювовидная часть остается прозрачной, будучи заполненной только водянистой жидкостью. Затем оба тела покрываются целлюлозой, и две вибрирующие нити, называемые ресничками из-за их сходства с глазными ресницами, отходят от точки рядом с клювом. Все эти изменения происходят, пока оба тела еще находятся внутри общего целлюлозного покрова; в тот момент, когда они выходят из него через разрыв клеточной стенки, они плавают с величайшей скоростью при помощи своих ресничек, которые так быстро рассекают воду, что их не видно даже в микроскоп. Активность этих зооспор, как их называют, продолжается около полутора часов; затем движение постепенно становится менее быстрым; теперь видны реснички, которые вскоре опадают; затем тела покрываются более плотным слоем целлюлозы и опускаются на дно воды, где они остаются в состоянии покоя в виде неподвижных, или зимующих, спор. Протококк отличается большим разнообразием, поскольку вещество в первичной клетке иногда делится не только на две равные и сходные части, но и на 4, 8, 16, 32 равные и сходные части последовательно; каждый выводок развивается в зооспоры, которые в конечном итоге становятся покоящимися спорами.

Когда в первичной клетке должна сформироваться спора, крахмал и зеленое вещество конденсируются в ядро в ее центре, а мембрана покрывает жидкость и ядро внутри нее, так что спора на своей первой стадии представляет собой свободную и независимую клетку, содержащую азотированное вещество, плавающее в формирующей жидкости. Если спора должна быть подвижной, она остается зеленого цвета и обрастает ресничками; но если это зимняя спора, внутреннее вещество превращается в гранулы, смешанные с частицами красного масла, которые сливаются в каплю, и обычно претерпевает те же преобразования, что и те, которые происходят после конъюгации или объединения двух соседних клеток в одну, как уже описано. Зооспоры могут терять свои реснички, опускаться на дно воды в виде зеленых спор и воспроизводить копию материнского растения в виде почек, или они могут приобретать целлюлозную оболочку, подвергаться упомянутым трансформациям и изменению цвета и опускаться на дно воды в виде красных зимних спор.

При определенных обстоятельствах, которые, по-видимому, не совсем известны, случается, что во время образования некоторых зооспор зеленое вещество постепенно превращается в красную маслянистую субстанцию; они теряют свои реснички, приобретают путем секреции клеточные стенки и слизистую оболочку и плавают по воде в виде зимних спор. Если их оставить сухими, они могут оставаться в таком состоянии неопределенно долгое время, не теряя своей жизнеспособности, а поскольку они чрезвычайно малы, их уносит потоками воздуха в атмосферу, откуда они попадают в дождь и, случайно упав в местах, где их никогда раньше не видели, наводят на мысль о самопроизвольном зарождении.

Может быть совершено множество циклов от неподвижной клетки к зооспорам и обратно, производя многочисленные поколения от одного и того же растения, прежде чем оно вернется в красную толстостенную клетку, которая снова может находиться в состоянии покоя неограниченное время. Эти циклы, однако, не завершают историю растения, поскольку не

может быть никаких сомнений в том, что на каком-то этапе его существования происходит конъюгация двух клеток, как у Пальмогли.

Иногда, когда деление эндохрома споры протококка последовательно разделяется на шестнадцать частей или даже раньше, полученные таким образом новые клетки приобретают две длинные реснички, как на [фиг. 7 Ч](#) и высвобождаются до того, как на них образуется целлюлозная оболочка. Эта подвижная первичная клетка вскоре приобретает мешкообразную оболочку ([рис. 7 I, K, L,](#)) из целлюлозы, через которую проходят реснички, и нередко можно увидеть нитевидные отростки протоплазмы, расходящиеся от первичной клетки к окружающему мешочку, как показано на [рис. 7 I](#), показывающий, что прозрачное пространство занято только водянистой жидкостью. Разновидностей этого растения очень много, и все они связаны друг с другом. Иногда все вещество внутри первичной клетки споры делится сразу на 4, 8 или 16 частей, давая начало такому же количеству мельчайших первичных клеток.

Реснички являются продолжениями бесцветной прозрачной пленки, покрывающей зооспоры, и обычно считается, что их колебания являются следствием жизненной сжимаемости этой пленки и тесно связаны с изменениями, происходящими в клетке, на которой они находятся. Сохранение их движений после отделения клетки от сложного тела, покрытого ими, подобно сохранению способности к сокращению мышечных волокон после отделения от живого животного, доказывает, что мы должны искать энергию сокращения в пленке протоплазмы для поддержания этих любопытных операций.

Похоже, что клетка не может выполнять две функции одновременно и что одна должна либо предшествовать другой, либо следовать за ней. Таким образом, зооспоры имеют два различных периода действия; первый - это период только механического движения, за которым следует период роста и размножения, проявления, которые, хотя и очень разные, на самом деле являются способами действия той же жизненной энергии, которая сформировала эти тела, когда они еще находились в своей родительской клетке. Фактически, это, по-видимому, общий закон, согласно которому каждая клетка наделена, полностью или на какое-то время, своим собственным способом действия и неспособна ни на какой другой.

Из вольвоциний, которые некоторые считают пресноводными микроскопическими растениями, можно выделить *Stephanosphæra pluvialis*. Это растение представляет собой бесцветный прозрачный шар диаметром не более $\frac{48}{1000}$ -й дюйма, содержащий восемь зеленых первичных клеток, расположенных по кругу на экваторе. Каждая первичная клетка снабжена парой ресничек; эти 16 ресничек пронизывают гиалиновый шар насквозь и своими вибрациями заставляют его вращаться вокруг оси, перпендикулярной плоскости его экватора, и активно перемещаться по воде. Каждая из первичных клеток, зеленых с красным пятном в центре, выделяет клеточную оболочку, и они плавают внутри земного шара в виде свободных клеток. В конце концов они ускользают либо из-за раскола земного шара, либо из-за его постепенного растворения. Поплавав некоторое время, они становятся неподвижными, теряют реснички и опускаются на дно в виде зеленых неподвижных спор.

Если после сушки вылить воду на одну из этих зеленых неподвижных спор, она впитает воду, ее содержимое станет мелкозернистым и заполнит всю оболочку споры. Затем она делится сначала на половинки, затем на квадранты или сегменты в форме сердца, сходящиеся в точке в центре мембраны. Эти квадранты в конечном итоге разделены на 8 клиновидных сегментов, контурные линии которых, подобно спицам колеса, сходятся в центре, и в каждом есть пара

ресничек. Окрашенное вещество у каждой особи отбрасывается к толстому концу клина, как будто под действием центробежной силы, и бесцветная плазма остается на остриях или клюве. Они исчезают, в центре диска образуется полость, восемь тел принимают форму венка, находящегося в тесном контакте, а исходные реснички, которые продолжают вибрировать, вызывают вращательное и поступательное движение всего организма.

Иногда было замечено, что восемь шаровидных тел делятся на множество чрезвычайно мелких подвижных клеток, еще находясь внутри родительского шара. Считается, что эти гонидии, как их называют, за несколькими исключениями, которые могут размножать растение, погибают, когда попадают в воду.

Деление первичной клетки этого растения ограничено определенным временем суток; оно начинается ближе к вечеру и завершается на следующее утро, и, согласно мистеру Ф. Карри, точное время одно и то же в Лапландии, где нет ночи, и в Берлине весной, когда день и ночь почти равны. Плодовитость огромна. Подсчитано, что за восемь дней, при благоприятных обстоятельствах, из одной покоящейся споры может образоваться 16 777 216 семейств *Stephanosphaera pluvialis*.

Превращение хлорофилла у *Protococcus* и *Volvocineae* из зеленого в красный и наоборот, которое так часто происходит у низшего класса растений, показывает, что его молекулы должны быть связаны очень слабым сродством и легко превращаться в новые комбинации либо прямым химическим действием, либо другими веществами, также находящимися в состоянии изменения.

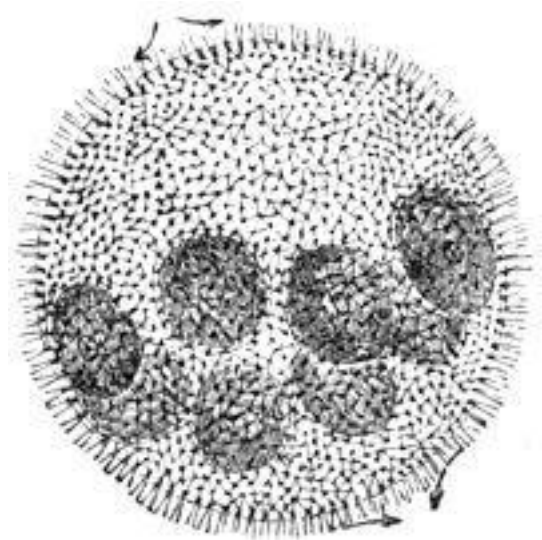


Рис. 8. Глобатор Volvox.

Вульвоцины состоят из различных видов в зависимости от того, как внутреннее вещество первичной клетки делится на 2, 4, 8, 32 или большее количество равных частей, образуя соответственно столько же свободных клеток, которые в конечном итоге становятся реснитчатыми спорами, с помощью которых земной шар вращается либо на месте, либо по прямым линиям. *Volvox globator*, встречающийся в пресноводных бассейнах, является одним из самых замечательных из них, как из-за своей особенности и красоты структуры, так и из-за сравнительно большого размера, поскольку при некотором освещении он виден

невооруженным глазом, когда плавает в капле воды. При рассмотрении в микроскоп это прозрачная сфера, поверхность которой усеяна зелеными пятнами, часто соединенными зелеными нитями; каждое из пятен имеет по две реснички, так что поверхность покрыта этими нитями, вибрации которых придают сфере либо вращательное, либо плавное движение, либо заставляют ее вращаться, как волчок, на одном и том же месте.

Внутри сферы находится от двух до двадцати темно-зеленых шариков разных размеров; меньшие прикреплены к внутренней поверхности, в то время как большие свободно вращаются своими ресничками во внутренней полости. Через некоторое время сфера раскрывается, и ее обитатели выплывают наружу и вскоре принимают форму и характер того, что дало им жизнь.

Рост и развитие *Volvox globator* своеобразны, поскольку в первичной клетке красный и зеленый эндохромы распадаются на многочисленные угловатые массы, а центральный шар несколько больше остальных. Угловатые массы соединены зелеными нитями, промежутки между всеми телами заполнены гиалиновым веществом, выделяемым с их поверхностей, и все это заключено в отчетливо видимую шаровидную оболочку.

По мере того, как этот молодой вольвокс постепенно увеличивается в размерах, гиалиновая материя увеличивается, зеленые нити удлиняются, и угловатые образования принимают форму колбы диаметром $\frac{1}{3000}$ дюйма, точно как у протококка; зеленая материя с несколькими красными пятнышками собирается на толстом конце, в то время как гиалиновый клюв повернут к окружности сферы, которую пронзают их длинные реснички. Каждый из них заключен в прозрачную оболочку значительной толщины, края которой сглажены по сравнению с краями аналогичных конвертов. В то время как эти реснитчатые тельца приближаются к зрелости, в их эндохроме проявляются вакуоли или, по-видимому, пустые полости сферической формы размером около трети его собственного диаметра. Мистер Г. Баск обнаружил, что эти вакуоли расширяются и сжимаются с регулярными интервалами примерно в сорок секунд. Сокращение, которое почти стирает полость вакуоли, является быстрым и внезапным; расширение происходит медленно и постепенно. Это действие прекращается, когда тело достигает зрелости.

Когда эта масса зооспор, соединенных зелеными нитями, становится незрелой и начинает разрастаться в полую сферу, тогда центральный шар постоянно делится пополам, образуя 4, 8, 16, 32, 64, или большее количество равных и похожих частей, каждая из которых в конечном итоге развивается в зооспору, точно такую же, как созревшие зеленые зооспоры на поверхности первичной сферы, так что "*Volvox globator* представляет собой сложную ткань, состоящую из повторяющихся организмов, во всех отношениях похожих друг на друга", что первым обнаружил профессор Эренберг, хотя он и не исследовал развитие растения.

Похоже, что определенные сферы Вольвокса являются монотонными, то есть каждая сфера содержит мужские и женские клетки, хотя большее количество клеток нейтральны. Зародышевые или женские клетки крупнее и темно-зеленого цвета, чем другие; мужские клетки похожи на них, но эндохром внутри них симметрично распадается на множество линейных частиц, объединенных в дисковидные пучки, окруженные вибрирующими ресничками, которые перемещаются внутри своих клеток и вскоре разлагаются на составляющие их тельца. Каждое из этих телец имеет линейное тело, утолщенное на заднем конце и снабженное двумя длинными ресничками. Женская клетка при оплодотворении приобретает гладкую оболочку, а затем и более толстую, усеянную конически заостренными отростками, а содержащийся в ней

хлорофилл уступает место, как у Пальмогли, крахмалу и маслу красного или оранжевого цвета. Похоже, что *Volvox stellatus* и *V. aureus* являются всего лишь фазами *Volvox globator*.

Десмидиевые (*Desmidiaceae*) - это крошечные зеленые водоросли, обитающие в пресноводных бассейнах или медленно текущих ручьях, но никогда в мутных. Это свободные одноклеточные растения, иногда треугольной, иногда цилиндрической, серповидной или дугообразной формы, гладкие или с шипами. Их микроскопические формы настолько разнообразны, что описание было бы утомительным. На установках такой чрезвычайной сложности единственным способом определения природы составляющих их материалов является проведение химических тестов. Раствор йода окрашивает крахмал в синий цвет, а целлюлозу - в коричневый, и, таким образом, обнаруживается, что внутренняя часть десмидиальных растений занята массой гранул крахмала, покрытых хлорофиллом и смешанных с формирующей жидкостью. Эта масса, заключенная в тонкую мембрану, составляет первичную клетку; она имеет наружный слой из твердой целлюлозы, и все более или менее окутано студенистым веществом. Как и другие растения, десмидиевые при ярком солнечном свете разлагают углекислый газ, выделяют кислород и ассимилируют углерод в хлорофилл.

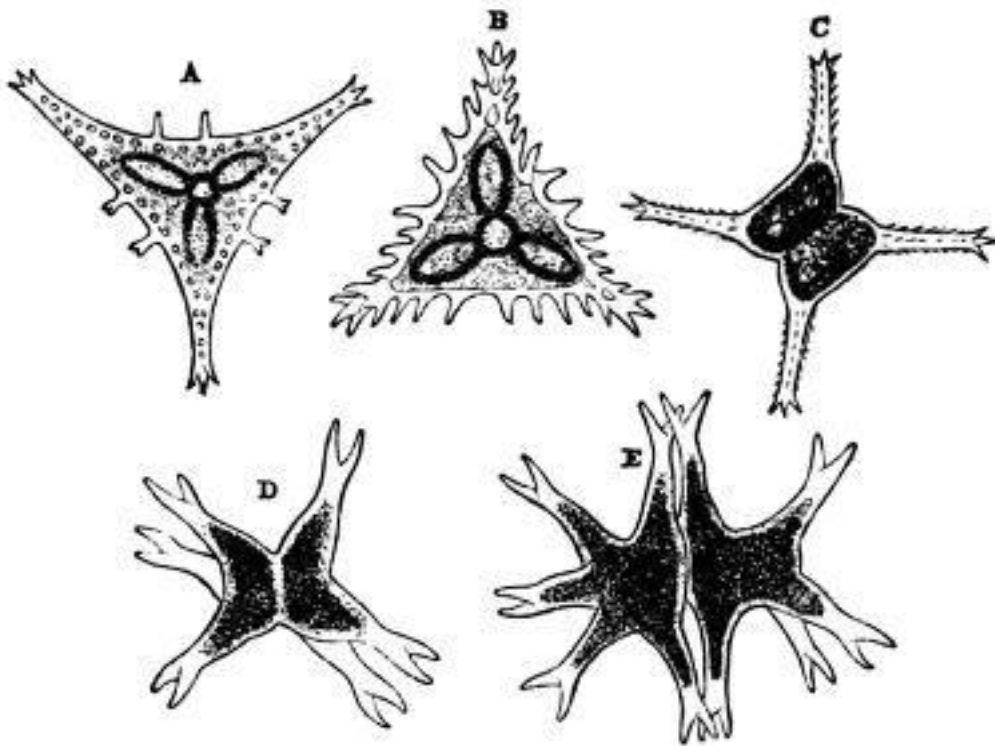


Рис. 9. Различные виды *Staurastrum*:—A, *vestitum*; B, *aculeatum*; C, *paradoxum*; D, E, *brachiatum*.

Эти растения часто отличаются выступами целлюлозной оболочки над поверхностью, иногда короткими и заметными, но часто выступающими шипиками, которые образуют красивую симметричную гиалиновую кайму вокруг зеленой внутренней ячейки, как показано на [фиг. 9](#). Другой особенностью десмидиевых является то, что они разделены на две симметричные части сатуральной линией, как следует из названия, хотя настоящего разделения нет.

Многие десмидиевые, но особенно род *Closterium*, примечательны двойной циркуляцией внутренней жидкости в противоположных направлениях, поддерживаемой жизненно важной

сократительной энергией. Один ток протекает между роговой оболочкой целлюлозы и тонкой пленкой, покрывающей хлорофилл, в то время как другой широким потоком распространяется в противоположном направлении между тонкой пленкой и массой хлорофилла, унося от последней некоторые из ее окрашенных частиц к концам листовой пластинки, где, по-видимому, существует связь между двумя потоками.

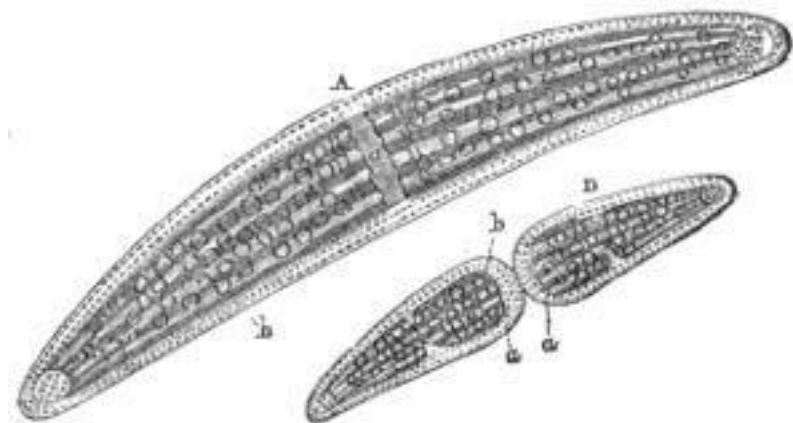


Рис. 10. Структура *Closterium Lunula*: —А, листовка с центральным разделением; D, листовка в состоянии саморазделения.

Тип десмидиевых продолжается различными способами деления пополам, в зависимости от рода и разновидности растения. В лунчатом кластерии, который имеет вытянутую форму полумесяца, как на [фиг. 10 А](#), эндохром, или внутреннее вещество, делится на две равные части, которые отходят друг от друга по средней линии; и между ними происходит сужение целлюлозной оболочки, которое увеличивается до тех пор, пока она полностью не сомкнется вокруг концов, как показано на [фиг. 10 D](#); затем одна из половинок остается в покое, в то время как другая движется из стороны в сторону и, наконец, рывком отделяется от другой. В каждой из этих половинок можно увидеть сужение эндохрома, разделяющее его на тупую и удлиненную части, и в течение некоторого времени циркулирующая жидкость обтекает тупой конец, но последний постепенно принимает форму удлиненного конца, устанавливается регулярная циркуляция жидкости, и через пять или шесть часов после отделения образуются две молодые десмиды, в точности похожие на их родительский кластерий лунула.

Космарий, еще одна десмида, состоит из клетки из двух долей, соединенных узким перешейком. Когда происходит размножение, перешеек распадается на два шаровидных расширения, отделенных друг от друга и от двух долей клетки узкой шейкой. Эти увеличения увеличиваются и принимают вид половинных сегментов исходной ячейки. В этом состоянии растение состоит из четырех сегментов, расположенных вплотную друг к другу, два старых образуют крайние, а два новых - посередине. Наконец, каждый из средних сегментов получает новую половинку, которая вскоре приобретает полный размер и характеристики старой. Этот процесс, который выполняется в течение двадцати четырех часов, вскоре повторяется и продолжается бесконечно, крайние лепестки ряда раздвигаются все дальше и дальше друг от друга, и вся сжатая нить или цепочка Космариев заключена в желатиновую оболочку. Последние две центральные доли не содержат части первоначальной ветви или растения и, таким образом, могут рассматриваться как совершенно новые особи.

Многие десмидиевые размножаются путем деления их эндохрома на множество зернистых частиц, называемых гонидиями, которые высвобождаются при разрыве клеточной стенки и каждая из которых может развиться в новую клетку. Гонидии могут представлять собой зооспоры с ресничками и активной локомоцией, или они могут быть заключены в прочную оболочку и стать покоящимися спорами. Движение зооспор сначала внутри полости ячейки, которая дала им начало, а затем и снаружи от нее, часто наблюдалось у различных видов рода *Cosmarium*, и было описано под названием "роение гранул", из-за сходства движущейся массы с пчелиным роем. Их дальнейшая история неизвестна.

В *Pediastrum*, растении, состоящем из скопления клеток, зооспоры выделяются не отдельно, а те, которые образованы в результате деления эндохрома одной клетки на 4, 8, 16, 32 или 64 части, выходят из родительского растения, все еще заключенного во внутреннюю оболочку клетки, и именно внутри нее они развиваются в скопление, напоминающее то, из которого они возникли.

Мистер Твейтс обнаружил, что десмидиевые также размножаются путем конъюгации, что было бы невозможно, если бы твердая оболочка соседних клеток, собирающихся объединиться, не раскалывалась; тогда весь эндохром в одной клетке переходит в эндохром в другой клетке и смешивается с ним, образуя единую массу, которая вскоре приобретает тонкую мембранозную оболочку. Сначала масса состоит из зернистого зеленого вещества, но когда оболочка становится толще, она становится коричневой или красной. Это тело, которое называется спорангием, иногда гладкое, иногда зернистое, покрытое бугорками или шероховатое шипиками, в зависимости от природы исходных растений. Филаментные виды размножаются путем конъюгации, но последующая история этого продукта все еще неясна, хотя есть основания полагать, что они дают начало растениям различных форм, в то время как все другие способы размножения воспроизводят лишь факсимиле родительского растения.

Десмидиевые существуют в Америке, но об их распространении мало что известно. В Европе их максимум, по-видимому, приходится на юг Англии. Они изобилуют небольшими неглубокими бассейнами, которые летом не пересыхают, а также на заболоченных вересковых пустошах. Более крупные виды распластаны в виде тонкого студенистого слоя на дне воды или собраны в небольшие пучки; другие образуют грязное облако на стеблях и листьях водных растений. Они были найдены в ископаемом состоянии во флинте, их споры были обнаружены в сером мелу в Фолкстоне, а клетки различных видов *Closterium* и *Euastrum* залегают в мергелях Соединенных Штатов Северной Америки.

Диатомовые, или ломкие черви, - одноклеточные микроскопические растения, настолько многочисленные, что едва ли найдется место на поверхности земли, от Шпицбергена до Земли Виктория, где бы их не было. Они в изобилии водятся в океане, в стоячей и проточной пресной воде и даже на поверхности голой земли. Они простираются по широте за пределы всех других растений и могут переносить экстремальные температуры, будучи способными существовать в термальных источниках и во льдах-блинах в южных полярных широтах. Хотя они слишком малы, чтобы быть видимыми невооруженным глазом, они встречаются в таких бесчисленных мириадах, что окрашивают айсберги и блинчатый лед везде, где их омывает морская зыбь; а попадая на застывающую поверхность воды, они придают брейшу и блинчатому льду бледно-охристый цвет.

Хотя диатомовые водоросли имеют огромное разнообразие форм, все они состоят из простой первичной клетки, внешний слой целлюлозы которой настолько глубоко пронизан силексом, что он неразрушаем, и эта структура составляет особую характеристику племени. Эта первичная клетка, как и у других растений, содержит организуемую жидкость или протоплазму, по которой довольно равномерно распределены золотисто-коричневые гранулы, за исключением центра, где они собираются в ядро. Вокруг этого ядра они обычно образуют кольцо, от которого расходятся расходящиеся линии гранул к внутренней стенке клетки. В каждом из них имеется двойной поток гранул, подобный циркуляции у десмидиевых; он был обнаружен профессором Смитом у некоторых сравнительно крупных диатомовых водорослей. Иногда в протоплазмевидны масляные шарики. Предполагается, что золотисто-коричневое вещество представляет собой хлорофилл, зеленый оттенок которого был изменен присутствием железа, которое усваивается в этой группе. Таково внутреннее строение расы растений, совершенно невидимых невооруженным глазом. Их внешние формы, размножение и движения не менее удивительны.

Кремнистая оболочка простой ячейки диатомовой водоросли, или усеченной водоросли, как обычно называют одно растение, состоит из двух клапанов или пластинок, обычно наиболее совершенной симметрии, плотно прилегающих друг к другу вдоль линии соединения, подобно двум клапанам двустворчатой раковины, и каждый клапан является более или менее вогнуто-выпуклым, между ними остается полость, которую занимает золотисто-коричневая ячейка, описанная выше. Форма полости сильно различается, так как иногда каждый клапан имеет полусферическую форму, так что полость имеет шаровидную форму; иногда это небольшой сегмент сферы, напоминающий часовое стекло, так что полость имеет двояковыпуклую форму; короче говоря, форма полости зависит от формы клапанов, которые могут быть сердцевидными или сильно вытянутыми, квадратными, треугольными, лодочковидными или снабженными выростами, что, однако, встречается редко.

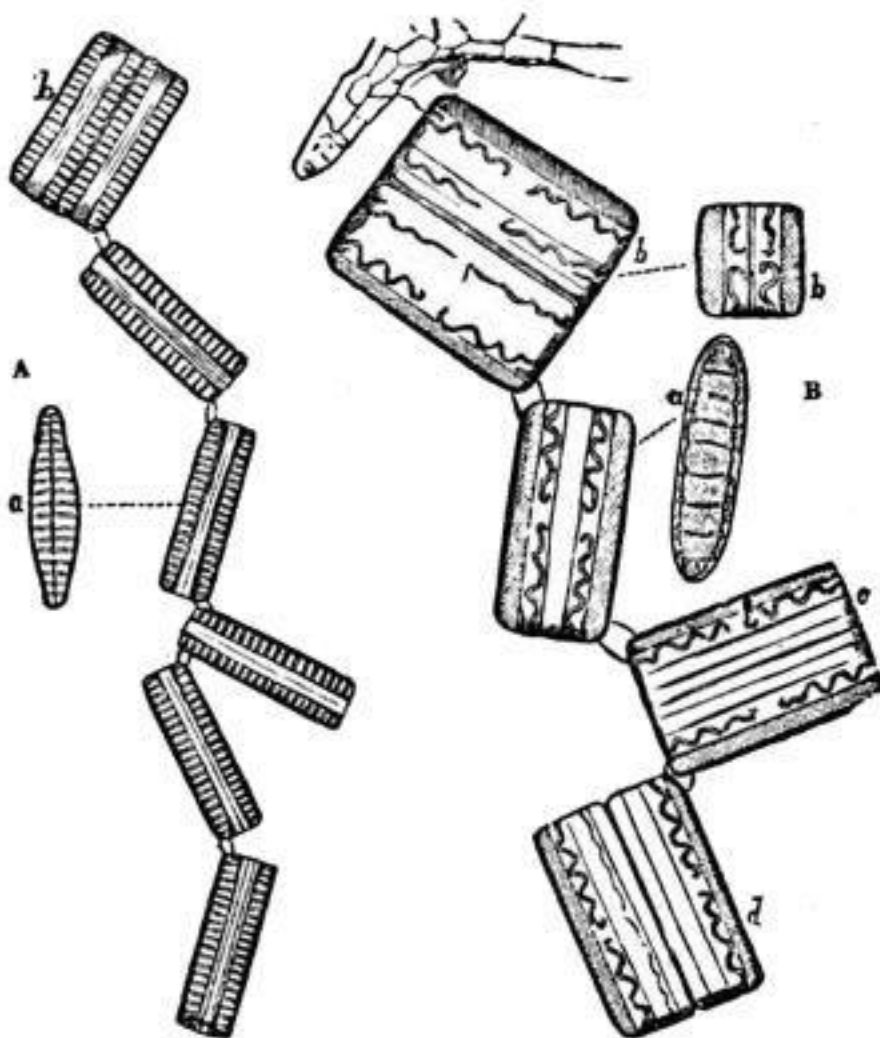


Рис. 11.—А, обыкновенная диатома: —а, вид сбоку на усеченное место; b, усеченное место, подвергающееся саморазделению.

В. *Grammatophora serpentina*: -а, вид спереди и сбоку на одно усеченное место; b, вид спереди и с торца разделенного усеченного места; с, усеченное место, готовое к разделению; d, усеченное место, полностью разделенное.

Считается, что диатомовая водоросль или усеченная головка имеет вид спереди, когда соединение или шов клапанов обращен к глазу, как показано на [фиг. 11 Б, в](#), в то время как вид сбоку виден, когда центр любого клапана находится прямо под глазом, как на [фиг. 11 А, а](#). Когда диатомовые водоросли молоды, створки находятся в тесном контакте, но когда они увеличиваются в размерах за счет секрета по краям, створки отделяются друг от друга, и клеточная мембрана, которая остается открытой, немедленно уплотняется *silex* и образует своего рода обруч между створками, как показано на [фиг. 12](#). Этот обруч увеличивается в ширину по мере увеличения ячейки в длину. Когда два клапана представляют собой круглые диски, они разделены кольцевым обручем, по краям которого пропускается вода для питания растения; но когда диатомовая водоросль имеет вытянутую форму, вода поступает через углубления на ее концах, свободные от *silex*.

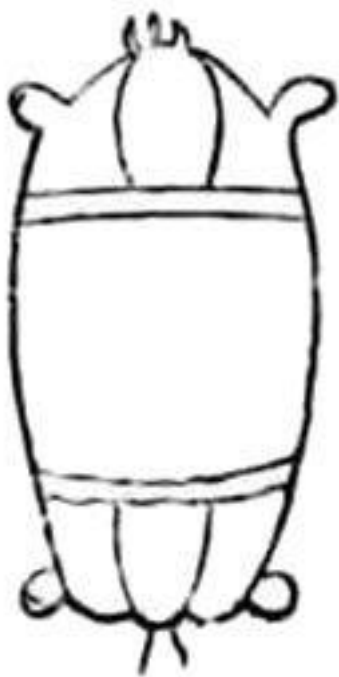


Рис. 12. *Biddulphia pulchella*.

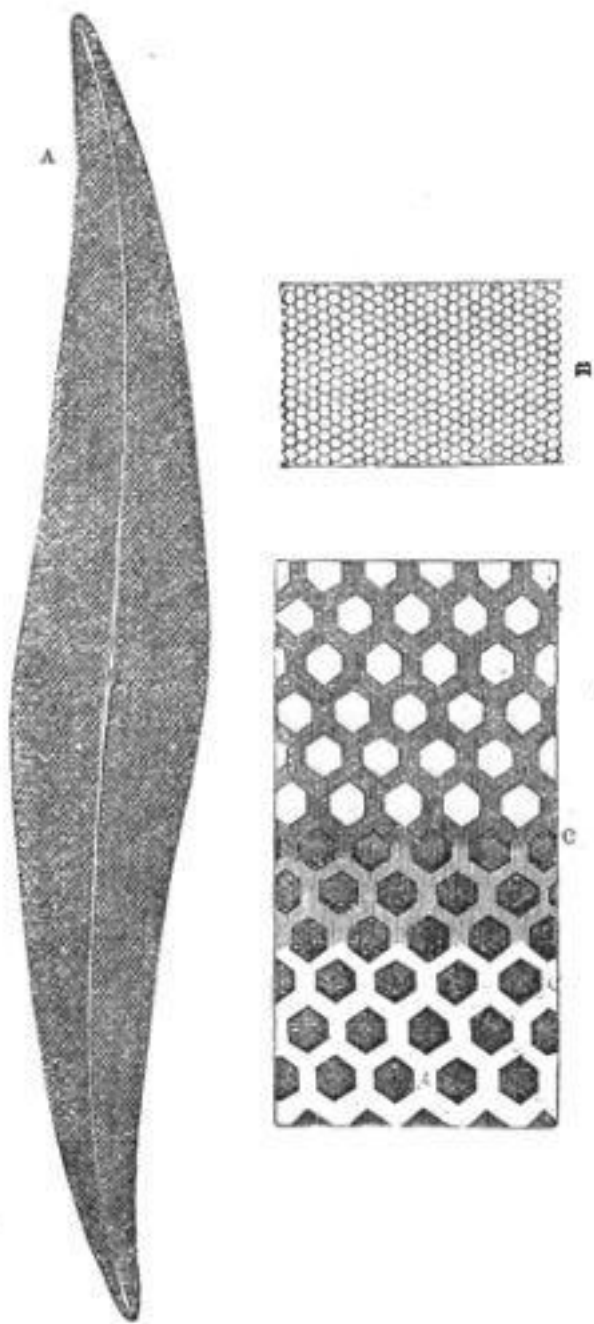


Рис. 13. *Pleurosigma angulatum*.—А, вся усеченная кость; Б, ее шестиугольное очертание; В, то же самое, увеличенное сильнее.

Как ни многочисленны эти растения, створки каждого рода имеют свои особые орнаменты, состоящие из самых красивых и симметричных рисунков, которые запечатлеваются на молодых створках, когда они находятся в пластичном состоянии. Род *Navicula* и другие отмечены тончайшими полосками, некоторые по диагонали, другие поперечно. Ряды круглых или овальных пятен, расположенных параллельными линиями, характерны для некоторых; створки других покрыты гексагональными формами наиболее совершенного строения, как у *Pleurosigma angulatum*, [рис. 13](#), где А - увеличенная диатомовая водоросль, а В и С - ее гексагональные ареоляции, видимые при все большем и большем увеличении под микроскопом; но рисунки на

дисковидных родах самые красивые из всех. Обычно в центре створок имеется небольшое круглое пространство с орнаментом, от которого к окружности отходят лучи, разделяющие поверхность створок на восемь, десять или более равных частей, причем чередующиеся сегменты по-разному и сильно орнаментированы, как у *Actinocyclus undulatus* (рис. 14), где А - вид сбоку, а В - вид спереди. Арахноидискус Эренбергии получил свое название из-за сходства рисунков на его круглых клапанах с паутиной. Согласно наблюдениям мистера Шедболта, каждый клапан образован из двух наложенных друг на друга слоев; на самом верхнем из них, представляющем собой тонкое роговое прозрачное вещество, выгравирована паутина; а самый нижний кремнистый слой, который образует опорную раму, похож на круглое готическое окно. Род *Triceratium*, почти близкий к предыдущему по общим признакам, хотя и отличающийся треугольной формой, имеет много видов в ископаемом состоянии, в то время как другие все еще существуют в океане и в приливных реках. Трицератиум фавус, один из самых крупных и красиво выделяющихся, встречается в иле Темзы и в устьях других рек на нашем побережье; его также часто находят на поверхности неочищенных раковин.^[32] Из нескольких приведенных примеров можно составить лишь слабое представление о разнообразии и красоте рисунков на диатомовых водорослях. Долгое время сомневались, являются ли те, что находятся на клапанах *Coscinodiscus*, *Triceratium* и других, возвышениями или впадинами, но профессор Руд из Нью-Йорка, Соединенные Штаты, доказал, что это углубления, с помощью оптического устройства, которое будет полезно для исследования микроскопических форм.

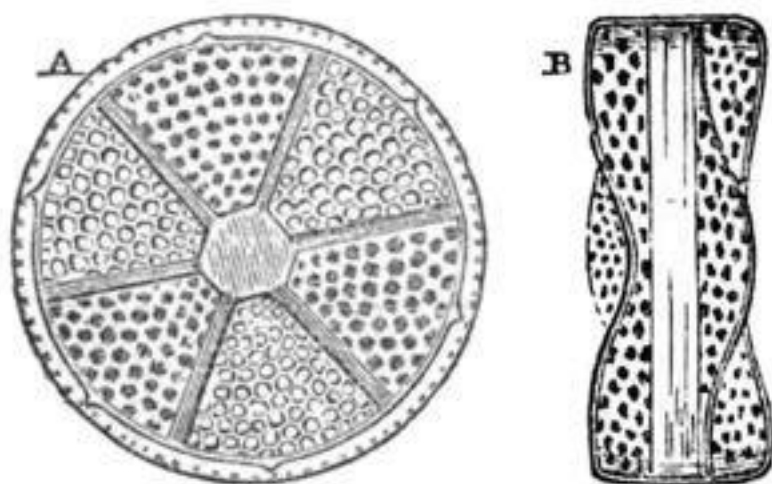


Рис. 14. *Actinocyclus undulatus*.

Диатомовые водоросли размножаются за счет самопроизвольного деления пополам, конъюгации и расщепления их эндохрома на мельчайшие споры, называемые гонидиями. Когда готовится разделение пополам, ячейка удлиняется, обруч увеличивается в ширину, эндохром делится на две равные части, а покрытие ячейки изгибается между ними, что придает диатомовой водоросли вид песочных часов. Наконец они разделяются, и на каждой из новых поверхностей образуется новая кремнистая половина, обычно точная копия старой, так что вместо одной образуются две диатомовые водоросли; и процесс может продолжаться бесконечно. В большинстве случаев новые диатомовые водоросли, полученные таким образом, являются свободными и независимыми. Иногда, однако, они соединяются друг с другом фрагментом или соединительной мембраной, и если они тонкие и прямоугольные и

прикреплены бок о бок, они образуют тонкую нить, или, если они прикреплены под разными углами, они образуют зигзагообразную цепочку, как на [рис. 11](#).

Круглый меридиан ([рис. 15](#)) - это диатомовые водоросли изысканной красоты, миллионы и миллионы которых покрывают каждый затопленный камень, веточку или травинку и даже образуют ил на дне ручьев в Вест-Пойнте, Соединенные Штаты Северной Америки. Его усеченная или одиночная диатомовая водоросль длинная, тонкая и прямолинейная, но будучи шире на одном конце, чем на другом, при продолжении деления пополам и прилипанию друг к другу они образуют круговой, спиральный или сплюснутый винтовой винт из нескольких витков. Отдельные утолщения некоторых морских диатомовых водорослей имеют точно подобную форму, будучи прямолинейными и шире с одного конца, чем с другого, но каждое утолщение прикреплено своим узким концом к концу ветвящихся целлюлозных стеблей, прикрепленных к водорослям или камням, и благодаря непрерывному подразделению, в котором стебель не участвует, они расправлены на своих свободных концах наподобие веера.

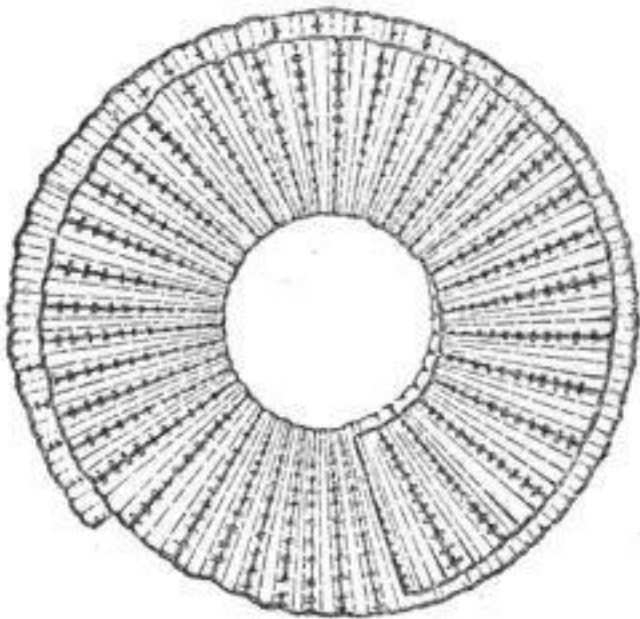


Рис. 15. Круговой меридиан.

Путем постоянного деления пополам диатомовые водоросли размножаются в течение многих поколений, но на той или иной стадии по неизвестной причине происходит размножение путем конъюгации. Когда две бороздки находятся рядом друг с другом, в одной из них возникают две небольшие выпуклости, которые встречаются с двумя небольшими выпуклостями в другой, противоположной ей. Вскоре они соединяются и удлиняются, перегородка или разделение между ними рассасывается, так что они образуют две трубки, в которых эндохром двух усечений смешивается, и в каждой из двух соединительных трубочек образуется спора, которая увеличивается в размерах и меняет форму, пока не станет во всех отношениях напоминать родительскую, за исключением того, что она намного крупнее. По мере того как эти молодые диатомовые водоросли набухают, они расщепляют две родительские бороздки, освобождаются и закладывают основу двойной серии поколений. У фрагиллярий образуется только одна спора.^[33]

У *Surirella* и *Epithemia* способ конъюгации несколько отличается. В первом случае клапаны двух свободных соседних усечений отделяются друг от друга по шву или линии соединения, и два эндохрома освобождаются; они сливаются и образуют единую массу, которая оказывается заключенной в студенистую оболочку, и со временем эта масса формируется в усеченную форму, напоминающую ее родительскую, но большего размера. Однако при эпитемии эндохром каждой из конъюгирующих усеченных лукович делится во время своего выделения на две половины; каждая половина одной срастается с каждой половиной другой, и образуются две усеченные луковичы, которые покрываются студенистой оболочкой и постепенно принимают форму и маркировку родительских усеченных лукович, но вырастают до гораздо больших размеров, поскольку массы спор обладают способностью к саморазвитию до тех пор, пока их оболочки не уплотняются. Это двойное спряжение, по-видимому, является обычным типом процесса среди диатомовых водорослей.^[34] Но эти растения размножаются также гонидиями. Считается вероятным, что до тех пор, пока вегетативные процессы находятся в полной активности, диатомовые водоросли размножаются путем саморазрушения, но когда недостаток тепла, влаги или какие-либо другие условия останавливают их, они размножаются за счет гонидий, некоторые из которых, покрываясь оболочкой, обладают большей способностью сопротивляться неблагоприятным обстоятельствам, и, таким образом, вид поддерживается в состоянии покоя до тех пор, пока изменение не позволит им прорасти. Считается даже, что они могут быть источником различных видов.

Своеобразную спонтанную локомоцию демонстрируют некоторые диатомовые водоросли длинной узкой формы, такие как *Navicula*, которые путем последовательности рывков в направлении их длины удаляются на определенное расстояние, а затем возвращаются почти тем же путем. Движение *Bacillaria cursoria* еще более беспрецедентно. Утолщения, узкие, ланцетовидные и острые, соединены конец в конец длинной линией какой-то высокоэластичной невидимой средой. Одно из концевых утолщений остается в состоянии покоя, в то время как все остальные скользят по нему до тех пор, пока леска не растянется настолько, что они почти оторвутся друг от друга; затем все они снова скользят назад таким же образом, и это попеременное движение продолжается бесконечно через равные промежутки времени. Скорость диатомовых водорослей на свободном конце ряда очень значительна; у *Bacillaria paradoxa* она составляет $\frac{1}{200}$ тысячных дюйма в секунду; было замечено, что толчок одного из них опрокинул и даже оттолкнул в сторону растение, в три раза превышающее его размеры, которое преградило ему путь. Если утолщение на свободном конце запутывается, фиксированное утолщение берет инициативу на себя и продолжает движение до тех пор, пока другое не освободится. Мельчайшие частицы, находящиеся поблизости, иногда притягиваются и волочатся за утолщениями, иногда они отталкиваются, возможно, какими-то невидимыми органами; но все движение самих диатомовых водорослей, возможно, можно отнести за счет действия света и тепла на чрезвычайно сжимаемое вещество, каким бы оно ни было, соединяющее их утолщения, поскольку их движение в точности пропорционально количеству получаемого света и тепла, поскольку оно прекращается в темноте и возобновляется при возвращении света; в конечном итоге это может рассеять отдельные утолщения, которые находятся не более чем между $\frac{28}{10,000}$ -й и $\frac{84}{10,000}$ -й частью дюйма в длину и $\frac{4}{10,000}$ -й частью дюйма в ширину.

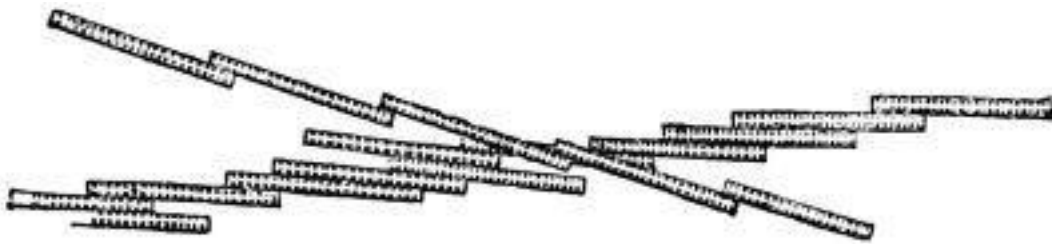


Рис. 16. Парадоксальная бактерия

Этот *Bacillaria paradoxa* (рис. 16) отличается от предыдущего вида своим движением; каждая половина ряда усечений движется в противоположном направлении по обе стороны от центральной неподвижной усеченки, и попеременное движение настолько равномерно во времени, что, если при продвижении усечения сталкиваются с препятствием, они ждут, пока не наступит подходящее время для их отступления. Поддерживающие движения навикул приписываются профессором У. Смитом силам, действующим внутри растений, берущим начало в жизненно важных процессах роста, благодаря которым окружающая вода всасывается с одного конца усеченной части и выталкивается с другого.

Некоторые виды диатомовых водорослей настолько универсальны, что встречаются во всех регионах земного шара; другие являются местными, но один и тот же вид не обитает ни в пресной, ни в соленой воде, хотя некоторые встречаются в солоноватых бассейнах. Океан кишит ими. Хотя живые массы пелагических диатомовых водорослей невидимы невооруженным глазом как отдельные особи, они образуют цветную бахрому на более крупных растениях и покрывают камни подушкообразными пучками; они стелются по поверхности тонким бархатом, нитевидными слоями ложатся на песок или смешиваются с остатками живых или разложившихся растительных веществ, плавающих на поверхности моря; и они существуют в огромном изобилии в открытом океане в виде свободных форм. Количество, в котором они существуют на всех широтах, в любое время года и на всех глубинах — от дюйма до самого нижнего предела, до которого может проникнуть самый слабый луч света или до которого позволяет давление, — неизмеримо превышает то, что мы привыкли предполагать. Температура имеет мало общего с распределением диатомовых водорослей в тропиках; она уменьшается с глубиной с относительно постоянной скоростью, пока не станет постоянной. В полярных регионах она увеличивается с увеличением глубины и приближается к стандарту, который, вероятно, является универсальным, вблизи дна океана.

Ничто не может сравниться с яркостью цвета или массивностью эндохрома или мягкого внутреннего вещества плавающих диатомовых водорослей, того вещества, которое уменьшает их удельный вес и придает растению плавучесть, которая в противном случае была бы утяжелена его кремнистой оболочкой. В те периоды, когда структурные и репродуктивные явления протекают наиболее интенсивно, их положение в глубине должно колебаться; следовательно, они приближаются к поверхности и исчезают с нее. Их росту способствуют тепло и свет, проникающие в море в тихую погоду.

Диатомовые водоросли - социальные растения, скопившиеся в огромных количествах. Доктор Уоллих встретился с огромным скоплением нитевидных видов *Rhizosolenia*, длина которых от шести до двадцати раз превышает их ширину, собранных в пучковидные желтые массы, которые покрывали море на глубину нескольких футов и простирались с небольшими

перерывами на протяжении шести градусов долготы в Индийском океане. Они были смешаны с блестящими желтыми цилиндрическими видами таких сравнительно гигантских размеров, что были видны невооруженным глазом.

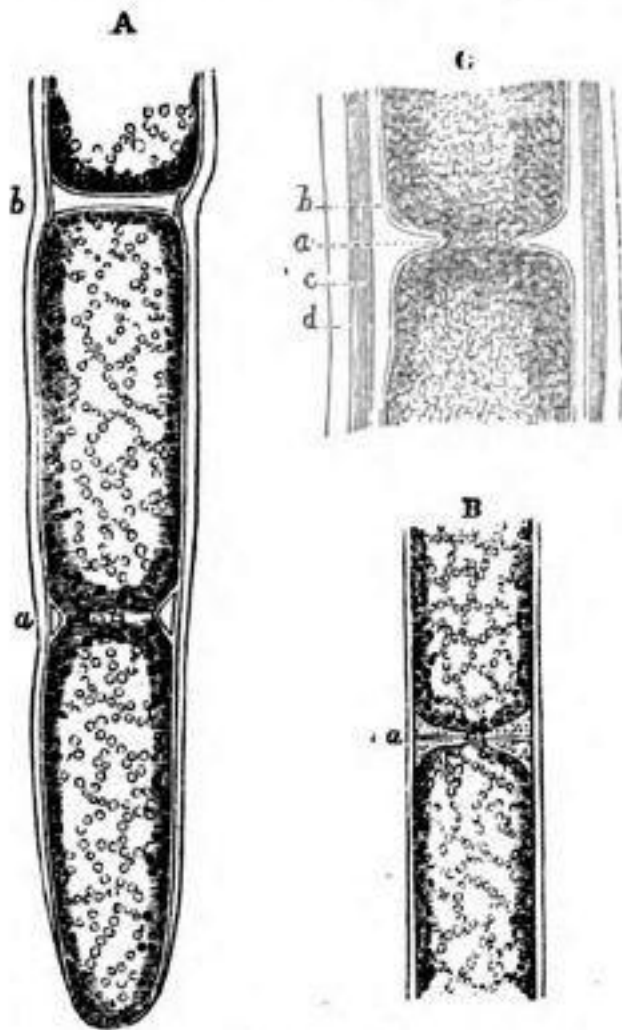
Другие роды составляют единственную растительность в высоких широтах Антарктического океана. Доктор Хукер отмечает, что без повсеместного распространения диатомовых водорослей в Южном Полярном океане не было бы пищи для водных животных и вода не была бы очищена от углекислоты, которую производят дыхание животных и разложение вещества. Эти маленькие растения служат обильным источником пищи для травоядных моллюсков и других обитателей моря, поскольку их находят в желудках устриц, моллюсков, крабов, омаров, морских гребешков и т.д. Даже *Noctiluca*, эти светящиеся пятнышки, от которых кильватерный след лодки сияет, как серебро, теплой летней ночью, питаются плавающими пелагическими диатомовыми водорослями, а бесчисленные мириады пожираются огромными косяками сальпи и других общественных морских животных.

Кремнистые раковины диатомовых водорослей образуют обширные залежи окаменелостей в различных частях земного шара, содержащие виды, которые давно прекратили свое существование, и другие, которые идентичны тем, которые все еще живы, даже на их мельчайших и деликатных изображениях. Полированный сланец Билина в Богемии, залегающий пластами толщиной 14 футов, и триполитовые камни и фонолиты на Рейне полностью состоят из кремнистых слоев диатомовых водорослей, в то время как город Ричмонд в Вирджинии стоит на морском отложении остатков диатомовых водорослей толщиной 13 футов и неизвестной протяженности. Вблизи Средиземного моря очень обширные пласты, почти полностью состоящие из морских диатомовых, чередуются с известковыми пластами, образованными в основном фораминиферами, причем последние представляют собой расу микроскопических моллюсков. Ископаемые диатомовые в Ороне в Алжире особенно совершенны и красивы. Во многих из этих отложений обнаружены существующие виды.

Пассаты приносят большое количество пыли, смешанной с диатомовыми водорослями, которая опускается через верхнее течение в нижнее, проносится над Америкой и, наконец, попадает в Европу. Профессор Эренберг обнаружил, что эта пыль содержала в основном истинно американские виды, многие из которых были идентичны формам, существующим на дне Антарктического океана, где сэром Джеймсом Россом была обнаружена территория в 4800 квадратных миль, огибающая вулканическое побережье Земли Виктория, состоящая из остатков этих микроскопических растений, которые откладывали свои кремнистые створки на смерть в течение бесчисленных поколений, вызывая геологические изменения огромной величины; в то время как еще большая площадь морского дна в Северной Атлантике является вечным кладбищем мириадов микроскопических моллюсков. Таким образом, Высшее Существо, чья мощь потрясающим образом проявляется в движении небесных тел, создает поколения бесконечно малых созданий, украшает их изысканной красотой и делает Своими посредниками в формировании будущих континентов.

Конфervasовые (*Confervaceae*) - многочисленное племя симпатичных маленьких растений, обычно зеленого цвета, произрастающих в пресной и соленой воде, на влажной почве, влажных камнях и термальных источниках. Едва ли найдется такой тихо бегущий ручей, в котором их нельзя было бы не увидеть, похожих на пучки зеленых нитей, прикрепленных к камням и колышущихся в течении; некоторые из них настолько мягкие, что, когда их вынимают

из воды, превращаются почти в желеобразную массу. Иногда они разветвленные, но чаще простые, состоят из цилиндрических ячеек, соединенных в один длинный ряд своими плоскими концами, и увеличиваются в длину за счет деления пополам своих концевых ячеек.



Размножение клеток клубочковой оболочки: —А, участок нити с неполным разделением в точке *a*, полное разделение в точке *b*; В, разделение завершено; С. образование дополнительных слоев целлюлозной стенки.

У одноклеточных растений деление пополам является актом размножения; у многоклеточных Конфервей это акт роста и растяжения, который осуществляется следующим образом: — Концевая клетка растения увеличивается в два раза по своей длине, вещество внутри первичной клетки самопроизвольно делится на две равные части, и как пленка, так и покрывающий ее целлюлозный слой загибаются и образуют двойной слой или целлюлозную перегородку между ними. Этот целлюлозный слой простирается по всей внешней поверхности первичной клетки, так что новое целлюлозное деление или перегородка становится непрерывным с новым слоем, который формируется по всей внутренней части целлюлозной стенки исходной клетки. Таким образом, из одной образуются две идеальные клетки, и поскольку крайняя клетка может подвергаться тому же процессу, рост растения может продолжаться бесконечно. Ветви иногда образуются почками, прорастающими из любой части

стебля; хотя внешне они такие разные, это результат деления клетки, которая производит почку.

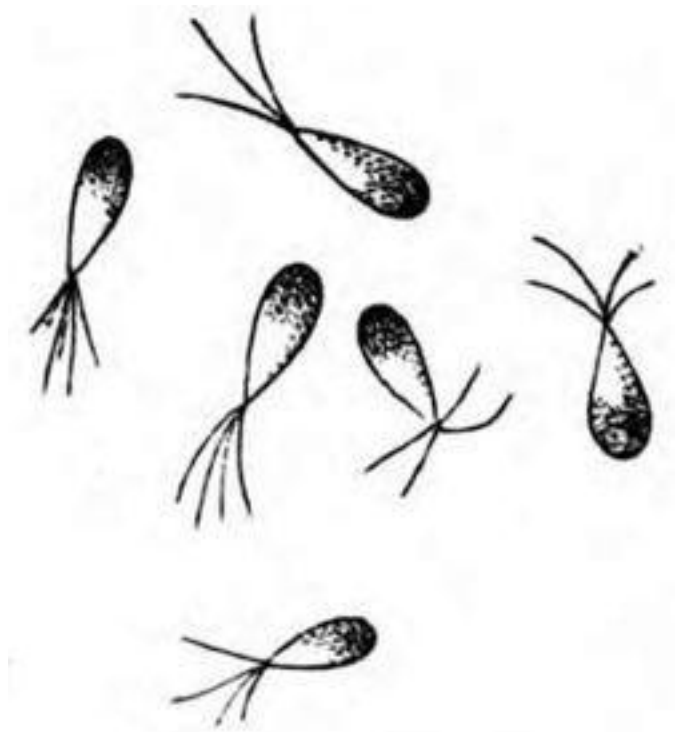


Рис. 18. Зооспоры.

Конфervoцветные обычно размножаются зооспорами. В большинстве случаев эндохром внутри клетки делится на множество сегментов, каждый из которых становится мельчайшей зооспорой и выходит в воду через разрыв клеточной стенки. Так обстоит дело с очень изящным родом *Confervae*, разновидностью которого является *Chætophora elegans*. Он состоит из нитевидных нитей клеток, заканчивающихся капиллярной щетинкой, с боковыми ответвлениями, похожими на узкие листья. Размножается зооспорами. Одна половина каждой зооспоры круглая, непрозрачная и наполнена веществом; другая половина гиалиновая и сужается к клюву, снабженному четырьмя ресничками. У этого рода *Confervaceae*, у которого нити разделены на равных расстояниях на маленькие сочленения или отделения, часто случается, что зооспоры выходят сначала из концевой ячейки, затем из следующей и так далее, пока верхняя часть ветви не останется пустой, в то время как нижняя часть все еще образует зооспоры. Побыв некоторое время в воде, зооспоры удаляются в тенистое место, прикрепляются к какому-нибудь веществу и начинают расти. Эти растения быстро покрывают большую поверхность воды; из каждой отдельной клетки может образоваться 100 зооспор, и поскольку их развитие и распространение продолжается в течение всего лета, одно растение может дать огромное количество.

Sphæroplea annulina - редкий и очень примечательный вид, споры которого цвета киновари делают поверхность воды, в которой он плавает, похожей на лужу крови. У него нет корня, это просто нить с капиллярными окончаниями, образованная из удлинённых клеток, соединённых конец к концу. Споры растут только на нитях, которые подвергаются воздействию солнца и воздуха; нити, находящиеся под водой, зеленые и бесплодные. Споры заполнены красным веществом, крупинками крахмала и красным маслом, причем внешняя, или

целлюлозная, оболочка так переплетена, что спора выглядит как красная звезда с белыми лучами.

Когда спора прорастает, она образует крошечную клетку, заканчивающуюся капиллярными волокнами, длина которых увеличивается за счет постоянного деления пополам ее центральных клеток, в то время как другие клетки растут за счет деления пополам тех, которые являются концевыми. Во время этого роста красное содержимое споры настолько изменяется в результате замечательной последовательности химических процессов, что первичные клетки в нити молодого растения заполняются бесцветным вязким веществом, водной жидкостью, гранулами крахмала и хлорофилла. В некоторых клетках крахмал исчезает, в то время как зеленое вещество и другие материалы образуют серию колец, чередующихся с пустыми пространствами или вакуолями. Через некоторое время зеленый цвет меняется на желтовато-красный, и тогда каждое кольцо последовательно распадается на множество мельчайших активных частиц, которые с невероятной скоростью движутся в пустых пространствах клетки, пока, наконец, вся клетка не кишит ими. Они аналогичны пыльце цветковых растений и поэтому называются сперматозоидами. Их форма цилиндрическая, толстая, широкая, желтая с одного конца, острая с другого, с бесцветным клювом и длинными ресничками. Объединенными усилиями родительская клетка наконец пробита, и они в большом беспорядке бросаются в воду; некоторые кружатся вокруг своих центров, другие плавают по кругу, многие описывают циклоидальные кривые серией прыжков, а некоторые плывут по прямым линиям.

Во время предыдущих изменений происходит другой процесс, внутри того, что можно назвать женскими клетками. В них крахмал, смешанный с зеленым веществом и пластичным веществом, также образует зеленые и свободные кольца, и после различных и сложных изменений каждое зеленое кольцо образует своего рода пластиковую первичную свободную клетку, которая после оплодотворения движущимися телами приобретает более прочную оболочку. Зеленое вещество приобретает сначала красно-коричневый цвет, затем красный; и после выхода из родительской клетки оно покрывается плетеной целлюлозной оболочкой и превращается в звездообразную покоящуюся спору, которая может дать начало новому растению. Ни одно криптогамное растение не проявляет большего разнообразия в способах действия жизненных сил, ни одно не проявляет большей активности в подвижных способностях. В некоторых из этих сообществ подвижные мужские нити, или сперматозоиды, вместо того, чтобы в беспорядке выбираться поодиночке из своей тюремной камеры в воду, выделяются массой, заключенной в капсулу, снабженную ресничками, которая движется со своим живым грузом подобно зооспоре, пока не отвалится крышка, которая освобождает их.

Некоторые красивые растения, родственные Конферве, называются Батрахоспермеями из-за сходства их бисерных нитей с икрой лягушки. Все они обитают в пресной воде, главным образом в тихо текущих ручьях, и настолько гибки, что поддаются каждому движению воды, а когда их вынимают из нее, становятся похожи на желеобразную массу. Их цвет обычно коричневатозеленый, но иногда он бывает красноватым или голубовато-фиолетовым. Центральный стебель растения, хотя первоначально и образованный из одного ряда крупных цилиндрических ячеек, расположенных встык, обрастает клетками, или, скорее, ветвями, которые в конечном итоге превращаются в толстый цилиндрический стебель, несущий, почти через равные промежутки времени, завитки коротких расходящихся ветвей, каждая из которых состоит из округлых ячеек, расположенных в виде бусин, а иногда снова разветвляющихся. Некоторые из расходящихся ветвей вырастают в прозрачные точки, которые, возможно, могут

быть антеридиями и содержать подвижные тела; поскольку в определенных клетках других ветвей находятся покоящиеся споры, которые агломерируются и образуют большие темные шаровидные массы, которые видны посреди завитков.

Hydrodictyon utriculatum - еще одно родственное растение необычного строения, произрастающее в пресноводных бассейнах в Мидленде и южных графствах Англии. Он напоминает зеленый кошелек с правильной сеткой, длиной от четырех до шести дюймов, и состоит из огромного количества трубчатых цилиндрических ячеек, которые соединяются друг с другом своими закругленными концами, точки соединения которых соответствуют узлам или пересечениям сети. Каждая из этих клеток может образовывать внутри себя от 7000 до 20 000 гонидий, которые на определенной стадии своего развития находятся в активном движении внутри нее; впоследствии, путем взаимного слипания, они образуют группы, которые закладывают основу новых сетчатых растений, когда высвобождаются из-за растворения их оболочки. Помимо этих групп, существуют определенные клетки, которые производят от 30 000 до 100 000 более мелких телец удлинённой формы, каждое из которых снабжено четырьмя длинными ресничками и красным пятном. Они стаей вылетают из своей ячейки, некоторое время свободно перемещаются в воде, затем останавливаются и опускаются на дно, где и остаются, сбившись в кучу зелеными массами. Их дальнейшая судьба неизвестна, но считается, что это мужские нити, подобные описанным, и обычно их называют сперматозоидами.

Ностохиинеи представляют собой либо совокупность клеток, неплотно объединенных в многочисленные зеленые венчики, либо отчетливо выделяющиеся нити, обычно скрученные и иногда разветвленные; они заключены в твердую студенистую ветвь различной формы, иногда шаровидную, иногда распространяющуюся разветвленными массами, часто значительного размера. Их часто можно увидеть на влажных тенистых дорожках в садах: в сухую погоду они сворачиваются в пленку, а в дождь появляются так внезапно, что их называли упавшими звездами. Они воспроизводятся путем самопроизвольного деления своих нитей; сегменты отделяются от студенистой массы, медленно перемещаются в направлении своей длины, после некоторого перерыва выделяют студенистую оболочку и не только увеличиваются в длину за счет поперечного деления пополам, но и разделяются в продольном направлении на новые нити, которые разделяются своими студенистыми выделениями. Эти движения, обнаруженные М. Тюре, очевидно, предназначены для рассеивания растения.

Везикулярные клетки, лишенные эндохрома, иногда снабженные ресничками и большего размера, чем другие, иногда видны на конце или в середине нити ноздрей, иногда расположенные с интервалами по их длине; а рядом с ними находятся спорангиальные клетки, немного крупнее обычных клеток. По аналогии считается, что везикулярные клетки представляют собой антеридии, а спорангиальные клетки содержат зародыши, которые после оплодотворения сперматозоидами высвобождаются и превращаются в покоящиеся споры. У некоторых видов спорангиальные клетки продолговатые и содержат ярко-зеленое вещество; у других клетки эллиптические и коричневого цвета.

Этот вид широко распространен. *Hormosiphon arcticus*, вид, состоящий из модификации целлюлозы, настолько распространен в полярных регионах, лишенных растений, что обеспечивает желанное разнообразие пищи. Каждое растение расположено в небольшом снежном углублении, которое покрывает мягкие и почти заболоченные склоны, граничащие с

арктическими морями, но ветры разносят его во всех направлениях, перенося по снегу и льду на расстояние в несколько миль. Два северных вида ностока были обнаружены доктором Хукером на Земле Кергелен, произрастающих на влажных скалах у моря; одним из них была обыкновенная коммуна Носток. Другие виды встречаются в теплых источниках Индии, а также в арктическом и антарктическом регионах, а водные виды широко используются в Китае в качестве полезной пищи. Род *Monormia* образует плавающие желеобразные массы на поверхности солоноватой воды. Ожерелья огромной длины вместе с желе, в которое они погружены, колышутся при малейшем движении воды. Плавающие массы растут на больших прудах или озерах, которые придают воде зеленый оттенок.

Структура Осциллятора микроскопична. Это крошечные нитевидные растения, тесно связанные с носто; и состоят из прозрачных бесцветных трубчатых нитей, содержащих цветные клетки различных форм, более или менее отделенные друг от друга и видимые через их прозрачные трубки; цвет обычно имеет некоторый оттенок зеленого, желтоватого или фиолетового. У рода *Rivularia* эти трубчатые нити имеют шаровидную прозрачную ячейку у основания и плотно упакованы в маленькие шарики, либо образующие небольшие группы, как у *Rivularia nitida*, либо прикрепленные поодиночке к камням и скалам. У *Rivularia nitida* нити расходятся от центра. Некоторые осциллятории образуют бархатистые подушкообразные пятна на камнях, другие прикрепляются пучками в качестве паразитов к другим морским водорослям, в то время как многие расположены свободными или прикрепленными слоистыми пучками. Лингбья представляет собой прекрасный образец последнего. Нити в слоистой группе обычно сильно скручены и переплетены, и некоторые из них демонстрируют необычные колебательные движения, такие как *Oscillatoria littoralis* и *spiralis*, *Spirulina tenuissima* и другие; один конец нитей остается в состоянии покоя, в то время как другой конец находится в постоянной вибрации. С помощью микроскопа видно, что движение у некоторых видов происходит из стороны в сторону, как у маятника, у других оно спиралевидное или закручивающееся, а когда фрагмент растения освобождается при вибрации, движение становится поступательным. Если кусочек положить в стакан с водой, то через некоторое время его края окаймятся короткими нитями, расходящимися от центральных точек кончиками наружу. Своими колебаниями они вскоре отделяются от осколка, и поскольку их колебания продолжаются и после того, как они освободились, они плывут по спирали к кромке воды и даже поднимаются постеклу, пока не упрутся в сухую часть вверх.^[35] Во время этих движений происходит соответствующее изменение формы нитевидных трубочек, которое, как полагают, возникает в результате ритмичных периодов жизненной сократимости, на которые влияют свет и тепло, потому что движения более быстрые на солнце, чем в тени; кроме того, они сдерживаются сильными химическими веществами. У некоторых видов на концах нитей имеется пучок тонких ресничек.

Свободные стратифицированные расслоения содержат простейшую форму осцилляторов. Каждая нить представляет собой прямую или слегка изогнутую цепочку ячеек, заполненных цветным веществом и заключенных в обычную прозрачную бесцветную трубку. Размножение происходит у них путем деления; когда они собираются размножаться, две соседние окрашенные клетки или две половины разделенной клетки отходят друг от друга, а внешняя трубка сокращается в месте деления и разделяет их на две совершенно новые нити. Иногда прозрачная внешняя трубка не поддается, так что разделенные части сохраняют свои места в трубке, которая расширяется, когда эти новые части снова разделяются. Способ деления варьируется в зависимости от вида, и общие признаки осцилляторов зависят от различных условий внешней трубки, а также от формы и расположения окрашенных клеток внутри нее.

Трубка часто сжимается до самой тонкой точки во время разделения и часто состоит из отдельных слоев, количество которых увеличивается кверху, иногда с такой регулярностью, что создается красивый эффект прожилок. Как и их союзники, осцилляторы размножаются зооспорами. Пока эти части растут, но особенно во время их растворения, эндохром претерпевает различные изменения цвета, окрашивая воду, в которой они погибают, и придавая ей гниlostный вид; некоторые из распространенных видов издают сильный запах сероводорода.

В составных студенистых осцилляторах желе имеет очень разную степень вязкости. Масса Дасыглы настолько скользкая, что за нее едва можно ухватиться; *Rivularia nitida* (рис. 19) такая же, ее трубки такие толстые и нежные. Многие виды рода *Rivularia* обладают своеобразным способом косо поперечного ветвления; виды этого рода растут на стеблях водных растений, на камнях в быстрых ручьях, на утесах, омываемых водопадами, или иногда в известковой воде, вследствие чего на их веществе осаждаются кристаллы карбоната извести. *Rivularia nitida* встречается среди водорослей, обнажающихся во время отлива, а вид другого рода плавает в пресноводных озерах, как зеленые звезды.

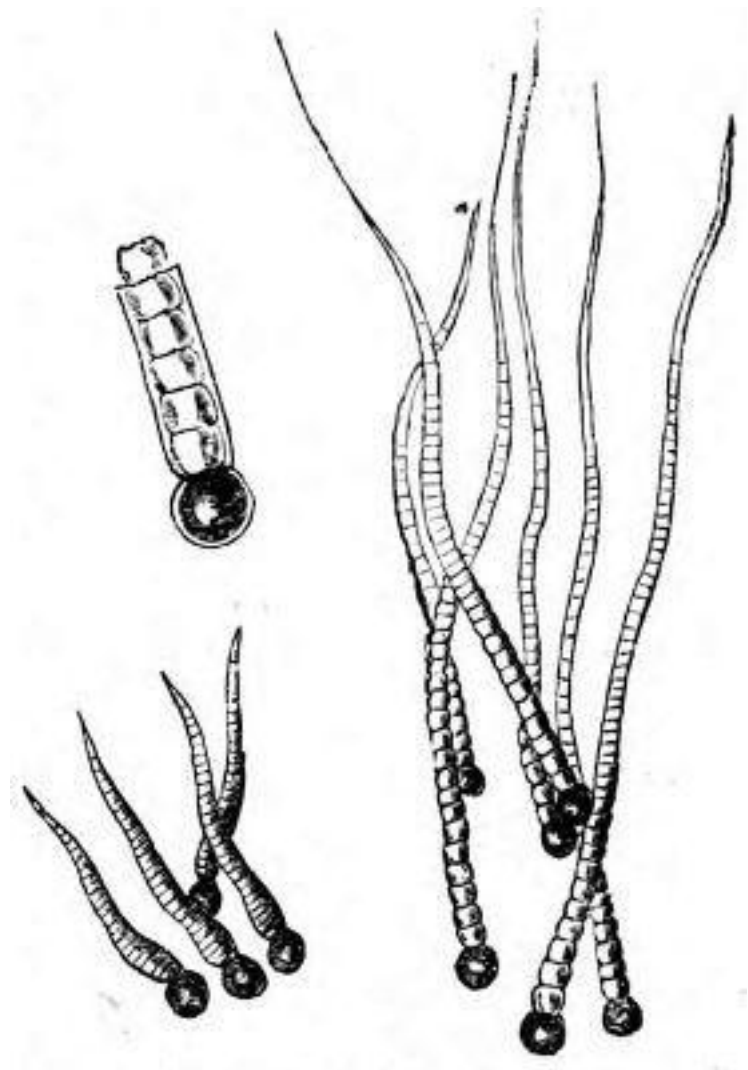


Рис. 19. Нити *Rivularia nitida*.

Осцилляторные встречаются во всех частях света, наиболее обильно в зонах умеренного климата. В основном они обитают в пресной воде, но наибольших размеров эти мельчайшие растения достигают в море. Многочисленные виды произрастают в теплых источниках, а один вид, *Trichodesmium erythraeum* (рис. 20), распространяется на многие квадратные мили по поверхности индийских морей в виде пучков красно-коричневых нитей, похожих на обрывки рубленого сена; говорят, что этот же вид в изобилии встречается и в Красном море.^[36]

Конъюгаты - пресноводные растения многочисленных видов, которые имеют почти такое же строение, как конфервы, но зеленый эндохром в клетках их сочленяющихся нитей более высокоорганизован, а способ размножения совершенно иной и очень своеобразный.

Эти растения состоят из цепочек цилиндрических ячеек, соединенных конец к концу своими плоскими концами, и обычно свободно плавают на поверхности стоячей воды или вблизи нее, особенно когда их поддерживают пузырьки газа, которые выделяются из них под действием тепла и света солнца. На ранней стадии их жизни, когда клетки еще подвергаются размножению путем саморазделения, эндохром распределен в каждой клетке довольно равномерно; но по мере приближения растения к зрелости он претерпевает различные модификации в зависимости от вида. У некоторых он состоит из крупных гранул, расположенных рядами; у других он сформирован в виде широких спиральных полос с крупными гранулами в двойных или звездчатых группах, размещенных на нем с интервалами; а у *oedogonium capillare* и других гранулы объединены в спиральные линии, которые пересекают друг друга и образуют сеть.^[37]

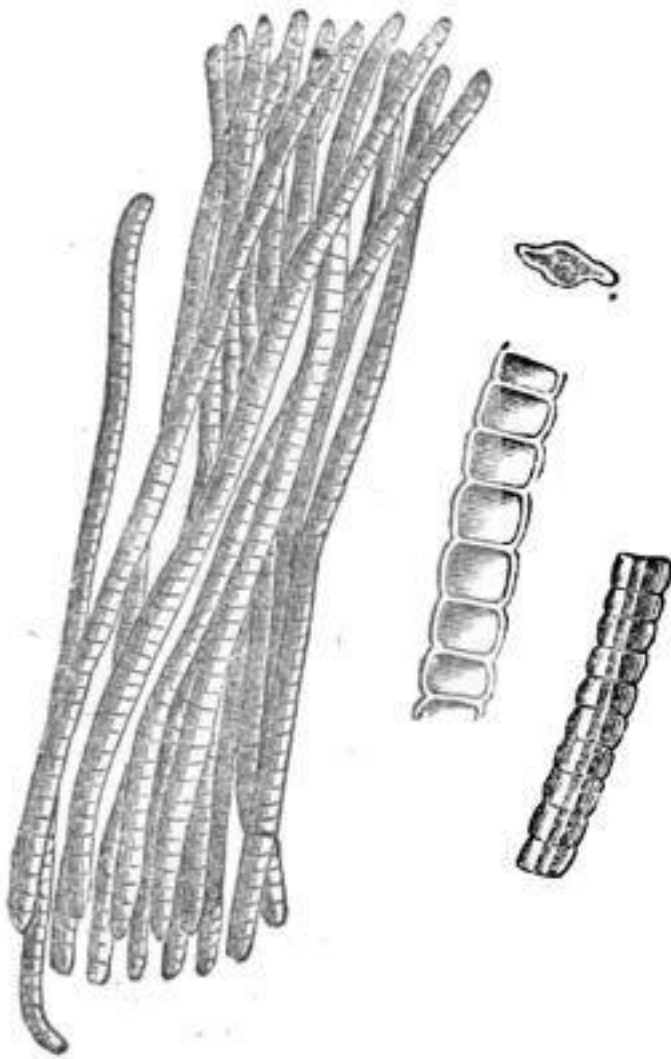


Рис. 20. *Trichodesmium erythraeum*.

Акт конъюгации, посредством которого образуются споры, обычно происходит между клетками двух отдельных параллельных нитей, которые случайно оказываются смежными друг с другом, и все клетки двух нитей обычно принимают в нем участие одновременно. Клетки, расположенные напротив друг друга, выделяют небольшие выступы, которые соприкасаются друг с другом; промежуточные перегородки исчезают, так что образуется трубка, которая устанавливает свободное сообщение или проход между полостями конъюгирующих клеток. У рода *Mesocarpus* и других конъюгирующие клетки вливают свои эндохромы в образовавшийся между ними проход, и именно там вещество смешивается, образуя спору или зародышевую клетку. Но у зигнемы (рис. 21), которая является наиболее распространенной формой этих растений, эндохром одной клетки полностью переходит в полость другой, и внутри последней два эндохрома сливаются в единую массу, вокруг которой образуется плотная оболочка, иона становится спорой. Таким образом, все ячейки одной нити остаются пустыми, в то время как споры образуются во всех ячейках другой.^[38] Иногда клетки в одной нити конъюгируют, а иногда эндохром в клетке делится на две части, каждая из которых становится спорой.

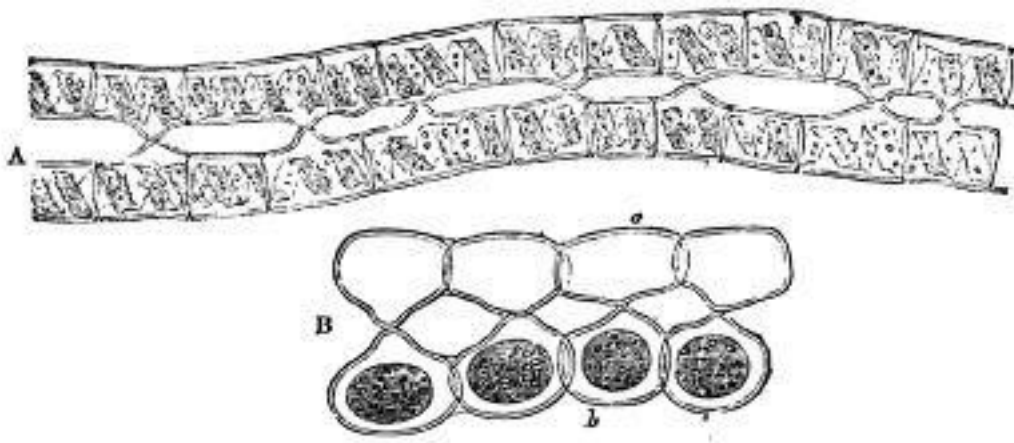


Рис. 21. Конъюгация *Zygnema quiniunum*:—А. две нити на первой стадии конъюгации; В, завершение акта конъюгации.

Некоторые споры находятся в состоянии покоя, другие имеют реснички и подвижны, но и те, и другие через некоторое время прикрепляются на одном конце двумя или тремя волокнами, похожими на корни, и вырастают в нити путем повторного деления пополам. По наблюдениям М. Ицигсон, эндохром в определенных нитях спирогиры распадается перед конъюгацией на маленькие сферические скопления, которые постепенно превращаются в почти бесцветные спиральные нити, обладающие активным самопроизвольным движением и, следовательно, точно соответствующие антерозоидам. За исключением Южной Америки, сопряженные широко распространены в странах с теплым и умеренным климатом.

Род *Vaucheria* можно рассматривать как разновидность Сифонных, основной особенностью которых является то, что растение состоит из одной единственной трубчатой клетки, какой бы разветвленной и сложной ни была его форма. Ваучерии образуют пучковидные массы ветвящихся трубочек, заполненных ярко-зеленым зернистым веществом, на илистой и влажной почве; они в изобилии встречаются в пресноводных бассейнах, а некоторые растут в море. Перед началом плодоношения кончики некоторых трубочек раздуваются в форме клубочка, в котором собирается часть зеленой массы, которая приобретает более темный оттенок и отделяется от остальной прозрачным пространством и новой оболочкой. После различных изменений темно-зеленое вещество превращается в зооспору, которая настолько активна, что вскрывает верхушку своей булавовидной ячейки и попадает в воду; иногда их появляется несколько, одна за другой. Они яйцевидной формы, с бесцветным клювом, и поскольку все их тело покрыто ресничками, они оставляют за собой длинный след, когда плавают, что они делают с такой стремительностью, что их расплющивает о любое препятствие, с которым они сталкиваются, вплоть до выделения их зеленого эндохрома. Они убегают из своей клетки около восьми утра, двигаются в течение двух часов, затем отдыхают и начинают расти в новое растение.

М. Прингсхайм обнаружил другой способ размножения у *Vaucherias*, которые являются монозелеными растениями, то есть одно и то же растение производит змеевидные оплодотворяющие сперматозоиды и женские зародышевые клетки. Например, *Vaucheria sessilis* состоит из одной длинной разветвленной клетки; на одной и той же стороне от нее появляются рядом друг с другом два вздутия, одно из которых удлиняется, закручивается наподобие рога и вскоре заполняется змеевидными нитями с длинными ресничками на тонком

конце, с помощью которых они быстро перемещаются как внутри рога, так и после выхода из него в воду. Они совершенно бесцветны и соответствуют пыльце цветущих растений. Другой выступ, который разрастается в шаровидную зародышевую клетку и который соответствует пестику цветка, содержит массу зеленого эндохрома, который после оплодотворения змеевидными нитями становится первичной клеткой, не имеющей движения, но после выделения прочного слоя целлюлозы опускается на дно воды, становится зимующей или покоящейся спорой и закладывает основу для нового поколения растений. Из покоящихся спор образуются новые формы, в то время как зооспоры, подобно почкам, лишь размножают тип отдельного растения со всеми его особенностями.

Морской род *Bryopsis* произрастает в Новой Зеландии, на Фолклендских островах и в морях вокруг мыса Горн. Эти виды в основном паразитируют на других водорослях и производят бесчисленное количество зооспор. Род *Codium* встречается в высоких широтах и встречается в четырех различных формах на британском побережье; одна из них обитает на дерновых берегах, открытых морским брызгам, другие растут на глубоководье или на скалах, которые никогда не обнажаются, кроме как во время весенних приливов. Виды этого рода встречаются далеко на юге, вплоть до Земли Кергелен, и в большинстве промежуточных широт. Каулерпы обитают в более теплых районах северного полушария и представляют собой пять видов в Новой Зеландии. Многочисленные виды составляют почти всю пищу черепах на многих побережьях, а другие роды служат пищей для множества более мелких животных.^[39]

Achlya prolifera также является одноклеточным растением, намного меньшим, чем *Vaucheria*, но является ли это Водорослью или грибом, не очень четко установлено. Невооруженным глазом он выглядит как скопление бесцветных нитей на мертвых мухах, плавающих в воде, на жабрах рыб, а иногда и на лягушках. Под микроскопом видно, что пучки состоят из трубочек, расходящихся во всех направлениях, заполненных почти бесцветным зернистым веществом, частицы которого медленно движутся струйками вдоль стенок трубочек, иногда потоки анастомозируют друг с другом. Когда растению исполняется около тридцати шести часов, эндохром начинает накапливаться в расширенных концах трубочек и отсекается от остальной части поперечным делением, при этом движение частиц все еще видно в отрезанной части. Эндохром распадается на ряд длинных образований, каждое из которых обрастает клеточной стенкой и двумя ресничками и начинает перемещаться внутри родительской клетки; при созревании они высвобождаются из-за разрыва в ее стенке, прорастают и образуют факсимиле родительской. По-видимому, у некоторых видов поперечная разделяющая пленка становится выпуклой, как только подвижные тела освобождаются, образуется новое оплодотворяющее сочленение и высвобождаются новые подвижные споры, и этот процесс продолжается до тех пор, пока жизненные силы растения не будут исчерпаны. У ахлии есть покоящиеся споры, которые могут долго оставаться в воде без изменений, но если в нее положить мертвое насекомое, они закрепляются на ней и немедленно прорастают. Предполагается, что эти покоящиеся споры оплодотворяются нитевидными телами. *Achlya prolifera* проходит все свои изменения за полтора-два часа. Он содержится в термальных источниках Виши, Невиса и Во, где содержит йодистую щелочь.

Все растения, описанные на предыдущих страницах, принадлежат к группе зеленых водорослей, хотя многие из них обитают в пресной воде. Структура морских водорослей полностью ячеистая. Лишенные сосудистых трубочек, они не могут иметь циркуляции сока, следовательно, они получают питание путем поглощения всей своей поверхностью среды, в

которой они живут, поскольку их корень, или, скорее, точка опоры, служит только для прикрепления их к скалам и камешкам, чтобы предотвратить их разбивание волнами. Поскольку солнечный свет и тепло быстро уменьшаются с глубиной, у каждого семейства водорослей есть особая зона. Первая зона простирается от высокой до низкой отметки влажности и населена растениями, периодически подвергающимися воздействию атмосферы, прямого света и тепла солнца, а иногда и дождя. Считается, что некоторые из водорослей, которые долгое время оставались сухими, получают некоторое питание из веществ, с которыми они связаны. Вторая зона, простирающаяся от отметки отлива до глубины пятнадцати морских саженей, - это область огромных морских лесов, которые окружают земной шар в обоих полушариях. За ними следуют две другие зоны на все большей и большей глубине, но все они разделены на различные второстепенные области, ниже последней из которых водорослей становится меньше по мере увеличения глубины, пока, насколько нам известно, растительность не исчезает совсем; однако эта глубина, должно быть, очень велика, поскольку иногда встречаются диатомовые водоросли, и в больших количествах, на глубине трехсот морских саженей.

Морские конфервы, как и те, что растут в пресной воде, представляют собой тонкие нити, образованные из одного ряда клеток, соединенных конец к концу. Ячейки становятся более или менее сплюснутыми на поверхности контакта, в то время как боковые стенки сохраняют свою естественную кривизну, которая может быть цилиндрической или овальной. Следовательно, нить накала может быть цилиндрической или с бусинами. Ячейки почти всегда длиннее, чем широкие, и по большей части одинаковы у одного и того же растения, хотя есть исключения из единообразия размеров. Клетки содержат прозрачную жидкость, в которой довольно равномерно рассеяны мельчайшие твердые частицы различных оттенков зеленого. Превращение этих частиц в зооспоры уже было описано. Поскольку у этих водорослей нет корней, а клеточная стенка не имеет отверстий, каждая клетка Конфервы самостоятельно вырабатывает питательные вещества, которые она поглощает из воды. Некоторые виды образуют ворсистый слой на камнях и на дне бассейнов с соленой водой и устьев рек, другие растут пучками в канавах с соленой водой, а некоторые встречаются на скалах, между отметками прилива, поднимаясь длинными, прямыми, жесткими и жилистыми пучками высотой от трех до восьми или двенадцати дюймов.

Род *Normotrichum*, который образует пучки ярко-травянисто-зеленого цвета длиной в несколько дюймов, отличается от *Confervas* мягкостью и студенистостью, и еще больше способом размножения, который, однако, по-прежнему осуществляется зооспорами. *N. collabens* может быть взят за тип этого рода. Он образует длинный и крупный пучок мягких студенистых и скользких нитей глянцевого зеленого цвета. Сочленения нитей в один-полтора раза длиннее, чем они в ширину, и зеленое зернистое вещество внутри них собирается в круглый мешочек или споридий в центре каждого, и после превращения в зооспоры мешочек выходит через разрыв в сочленении в воду, раскрывается и высвобождает зооспоры.

Род *Cladophora*, насчитывающий двадцать пять видов только в Британских морях, образует пучки сочлененных нитей высотой от четырех до восьми, десяти и даже двадцати дюймов. У некоторых видов нити жесткие, щетинистые и жилисто-волнистые; у других они мягкие и шелковистые; но они всегда обильно, разнообразно, а иногда и густо разветвлены. У одних ветви и приросты раздвоенные, у других трехраздельные; *Cladophora pellucida*, жесткое, жилистое растение, сочетает в себе обе эти формы.

Род *Bangia* состоит из фиолетовых нитевидных сочлененных и неразветвленных водорослей, которые отличаются от всех остальных микроскопическим расположением их эндохрома, который заключен в маленькие клетки, расположенные по определенному плану внутри прозрачных и трубчатых сочленений нитей. У *Bangia fuscopurpurea*, чьи черновато-фиолетовые пучки длиной в несколько дюймов плотно прилегают к камням вблизи отметки прилива, трубчатые сочленения содержат ряды мелких цветных клеток, расходящихся от центра. У узких нитей в сочленении всего одна цветная ячейка, но у более широких нитей их от трех до пяти, образующих поперек мозаичную линию. У этого растения в каждом суставе образуется по одной споре. *Bangia ciliaris* образует едва заметную розоватую бахрому из похожих на волосы сочлененных нитей на *Zostera marina*, а также на других водорослях. Нити не превышают десятой или пятой доли дюйма в длину, следовательно, их соединения мельчайшие, однако микроскоп показывает, что они содержат от двух до трех цветных клеток, расположенных как бы лучисто от центра, и что зернистый эндохром в каждой клетке превращается в две зооспоры. Бангия керамиколоа, которая образует пурпурно-розовые пучки на мелких водорослях в скальных бассейнах, отличается от обоих предыдущих. Соединения его нитей в один или два раза длиннее, чем они сами в ширину, и содержат цветные ячейки, похожие на длинные вертикальные линии. С помощью улучшенного зрения видно, что зооспоры образуются внутри линейных цветных клеток, затем клетки объединяются в шаровидную массу, которая прорывается сквозь клеточную стенку, оставляя стык пустым. Весь сорт мягкий, иногда студенистый.

Род *Enteromorpha* характеризуется цилиндрическим и трубчатым стеблем и ветвями. Эти растения образуют две группы, в одной из которых нити и ветви вздуваются от узкого основания вверх и заканчиваются тупой оконечностью, в то время как в другой группе кончики ветвей заострены. *Enteromorpha intestinalis*, обитатель многих морей, имеет тонкую перепончатую, трубчатую, цилиндрическую и неразветвленную ножку, раздутую вверх в широкую круглую головку, более или менее морщинистую и завитую по всей длине. книзу она сужается к тонкой нити и, хотя поначалу крепится, в конце концов становится плавающей. Несколько из этих растений вырастают из одного корня, иногда до высоты двух футов, у других не более дюйма, и они бывают любой ширины, от десятой доли дюйма до трех дюймов, их цвет травянисто-зеленый. Типичная форма другой группы сильно разветвлена, и все веточки тонко заострены.

Все три рода *Codium*, *Bryopsis* и морские вохерии - мягкие растения, характеризующиеся тем, что их нити трубчатые, какими бы разветвленными они ни были. Они сходятся также в том, что размножаются зооспорами, развившимися из зеленого вещества внутри маленьких мешочков, прикрепленных снаружи к их нитям. Виды рода *Codium* сильно отличаются друг от друга, хотя и образованы из сходных элементов. У *C. tomentosum*, длина которого составляет от трех до двенадцати дюймов, темно-зеленый стебель толще гусиного пера и сильно разветвленный; в то время как *Codium Bursa*, напротив, представляет собой темно-зеленый круглый губчатый комочек трубчатых нитей, плотно переплетенных и спутанных друг с другом. Эти образования, имеющие от одного до восьми дюймов в диаметре, с возрастом становятся полыми, и разные размеры и возрастные группы срастаются вместе.

Бриопсис - желтовато-зеленое трубчатое растение высотой от двух до четырех дюймов, оперенное, как перышко, а иногда и повторно опушенное. Это редкое растение в Англии, произрастающее на более крупных водорослях в глубокой воде.

Vaucheria marina образует мягкие безвольные пучки волосоподобных нитей, наполненных ярко-зеленым веществом, которое часто частично заканчивается. Он от одного до трех дюймов в высоту и имеет несколько длинных вертикальных ветвей, к которым прикреплены маленькие мешочки грушевидной формы на черешках, содержащие зооспоры. И это растение, и *Vaucheria velutina* растут на илистых берегах.

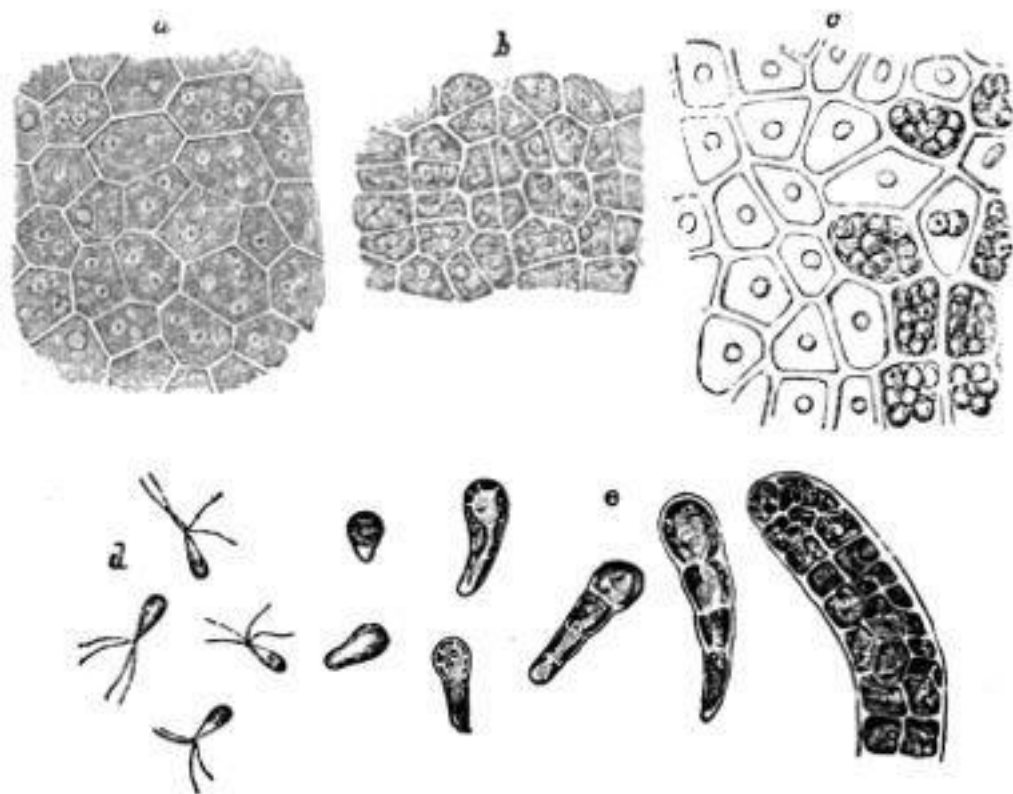


Рис. 22. *Ulva latissima*: *a*, часть обыкновенной ветви; *b*, клетки, в которых эндохром начинает распадаться; *c*, клетки на границе между окрашенной и бесцветной частью, некоторые из которых содержат зооспоры; *d*, реснитчатые зооспоры; *e*, развитие зооспор.

Ульвы, которые представляют собой травянисто-зеленые заросли, встречающиеся на всех наших побережьях, происходят из простой растительной клетки, какую бы форму в конечном итоге ни приняли их листовидные листья. Когда клетка делится только в одном направлении, в результате образуется конфервоидная нить; и если нить увеличивается в ширину так же, как и в длину, согласно определенному закону, может образоваться лентовидная ветвь; но когда исходная клетка делится на четыре клетки, и каждая из этих четырех и все их преемники подвергаются аналогичному делению, причем увеличение происходит в виде серий 1, 4, 16, 64 и т.д., образуется мембранозное расширение, при котором все клетки прочно прикреплены друг к другу, и каждая часть является точной копией другой. Клетки Ульв часто демонстрируют несовершенное разделение зернистого эндохрома на четыре части, подготавливающие к размножению двойным делением, и вся ветвь или лист демонстрирует группы клеток, расположенных в кластерах, содержащих некоторую кратную форму из четырех, как на [рис. 3](#), стр. 171.

Листовая мембрана истинных ульв, как и у *Ulva lactuca*, образована всего одним слоем клеток; сама листовая мембрана тонкая, как батистовая бумага, почти прозрачная и довольно светло-зеленого цвета. В молодом возрасте это сморщенный надутый мешочек, который впоследствии лопается и превращается в плоское, без ребер, волнистое, более или менее округлое образование длиной от трех до шести дюймов и столько же шириной. Это растение, которое растет на скалах между отметками прилива у наших берегов, редко встречается в Средиземноморье; оно также не так распространено в Британии, как *Ulva latissima* (рис. 22), которая является космополитом и распространена повсюду. Он встречается в виде нерегулярного разрастания без ребер ярко-зеленого цвета на большой глубине и яблочно-желтого цвета на мелководье, на свету. Основание и ножка очень короткие, а листовка, которая, как показывает микроскоп, образована двумя слоями клеточной мембраны, так быстро распускается в четкие широколобые слои, что части часто перекрывают друг друга жесткими выпуклыми складками. Он имеет от шести дюймов до фута в высоту и от трех до двенадцати дюймов в ширину. Лист Ульвы Линзы также состоит из двух слоев клеток, но таких маленьких и так плотно прижатых друг к другу, что эти два слоя можно обнаружить только под микроскопом. Это растение длиной от шести дюймов до двух футов представляет собой узкое лентообразное разрастание без ребер с загнутыми волнистыми краями, сужающимися к основанию и либо тупыми, либо заостренными на верхушке. Его цвет такой же, как у *Ulva lactuca*.

В ульвах, которые являются многоклеточными растениями, одни клетки отбираются для плодоношения, а другие - нет. Зернистый эндохром этих выбранных клеток делится на несколько частей, которые сначала находятся в тесном контакте и состоянии покоя; затем они становятся беспокойными, обрастают четырьмя или большим количеством ресничек и проходят через трещину в клеточной стенке в воду, в которой они свободно плавают в виде зооспор. Через некоторое время они успокаиваются, прикрепляются к какому-нибудь предмету и начинают расти. Стенки клеток, которые таким образом выделили свой эндохром в виде зооспор, остаются в виде бесцветных пятен на листьях. Все окрашивающее вещество части листа может улетучиться в виде зооспор, не оставив после себя ничего, кроме белой мембраны. Иногда с помощью микроскопа этот процесс можно наблюдать на всех различных стадиях его протекания.

Каждая выросшая ульва имеет свою собственную точную и определеннейшую форму, но какой бы она ни была, молодые растения при их первом появлении на берегу во всех отношениях похожи на Конфетты; верхние клетки вскоре делятся, и образуется плоская или мешковидная ветвь.

Некоторые ульвы, имеющие желтый оттенок, продуцируют маленькие зооспоры всего с двумя ресничками, но в буллезной и широчайшей ульвах в одной и той же клетке образуются четыре зооспоры, каждая из которых имеет по четыре реснички. Такое же плодоношение преобладает и у пурпурных ульв - *Porphyra laciniata* и *vulgaris*. Последний вид виден зимой и ранней весной, покрывая скалы у высокой отметки воды своими крошечными ярко-фиолетовыми ланцетными листьями. Позже в этом сезоне он вырастает в плоскую узкую листовку без ребер с заостренным концом и длиной около двух футов, край которой становится волнистым и заплетающимся по мере увеличения роста растения. В более поздний период его можно увидеть смешанным с *Porphyra laciniata*, которая представляет собой плоскую ветвь тускло-фиолетового цвета без ребер; иногда она очень тонкая, разделенная или разорванная, а иногда растет по кругу вокруг своего корня. Обе формы продаются как умывальники.^[40]

Родосперменные, цветочные, или Розеточники, являются самой красивой морской растительностью. Ни одно морское растение не превосходит их по деликатности и изяществу формы или богатству окраски, но самые красивые встречаются редко, потому что они растут ниже линии отлива или под прикрытием других морских водорослей в скальных заводях, оставляемых при низкой воде, их малиновые оттенки становятся более насыщенными, когда они защищены от яркого света. Родосеменные растения, представители которых есть в каждом море, гораздо многочисленнее зеленых водорослей как по родам, так и по видам. Тринадцать отрядов, включающих шестьдесят семь родов, населяют британское побережье. Многие из них чрезвычайно мелкие, образующие пятна и бархатистые подушки на камнях и других водорослях; огромное количество имеют сочлененные нитевидные листья, в то время как другие состоят из трубчатых нитей, и многие демонстрируют набор твердых ветвей, похожих на кустарники; некоторые представляют собой плоские и покрытые листьями разрастания без средней жилки, либо тонкие и нежные, либо толстые и прочные, в то время как очень блестящая группа как узких, так и раскидистых листьев обладает средней жилкой в качестве отличительного признака. Структура листьев варьируется от простого перепончатого до хрящевое или даже рогового вещества, что обусловлено большим развитием клеточной ткани, которая у высших видов флорид отделяет эпидермальный слой или кожу от паренхимы или губчатого вещества внутри.

Способ размножения тетраспорами, а также простыми спорами отличает родоспермы от двух других крупных подразделений морских водорослей. Эти тельца образуются в результате деления красного или малинового эндохрома на четыре части, которые остаются в клетках до тех пор, пока не приобретут оболочку; их форма, которая сильно варьируется, зависит от формы эндохрома. Некоторые из них производятся путем деления эндохромного шара из центра на четыре пирамидальных сегмента; или, если эндохром имеет эллиптическую форму, путем деления его на четыре по три параллельных сегмента, или масса может быть разделена на четыре горизонтальных и вертикальных участка. Некоторые из них представлены, сильно увеличенные, [на рис. 23](#). Тетраспоры расположены в бородавкообразных наростах, частично или полностью погруженных в какую-либо часть листа.

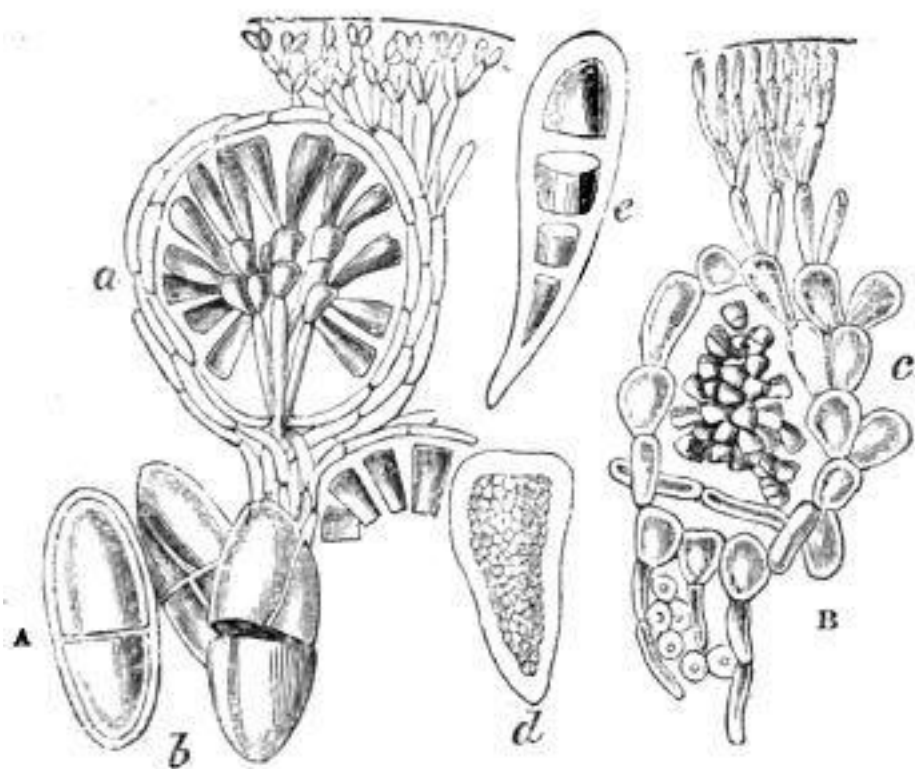


Рис. 23. А, *Polydides rotundus*:—а, тонкий срез, показывающий клиновидные споры; б, тетраспоры.

В, *Furcellaria fastigiata*: -с, тонкий срез, показывающий ядро с делящимися спорами; d, одна из крупных клеток; е, тетраспора.

Простые споры образуются внутри бесцветных бугорков, называемых ядрами, по-разному расположенных на растении, как показано на [фиг. 23 а, с](#). Эти ядра содержат множество микроскопических спор. Иногда ядра заключены в зачатковые или яйцевидные мешочки, которые либо перфорированы, либо отсутствуют на верхушке. Они содержат множество микроскопических цепочек клеток, похожих на сочлененные нити, и эндохром в каждом сочленении этих нитей последовательно превращается в спору от вершины вниз. Иногда эндохром только в одном или двух суставах становится спорой, терминальной или центральной, и когда споры прорываются через стенку сустава и отваливаются от нитей, они собираются без какого-либо определенного порядка в массу внутри ядер. Иногда на нитях образуются новые соединения или клетки, когда старые дают плоды. Иногда шаровидное ядро содержит несколько вторичных ядрышек, полных спор. В каждом случае идеальная спора представляет собой плотную грумообразную массу, окруженную гиалиновой субстелеобразной оболочкой, состоящей по меньшей мере из двух мембран. Положение, способ роста и структура ядер варьируют почти бесконечно и вместе со строением листовой части дают отличительные признаки, по которым роды отделяются друг от друга.

Споры и тетраспоры в равной степени способны, подобно почкам, воспроизводить свои виды; но считается, что споры в некоторых случаях оплодотворяются частицами веретенообразной формы и, следовательно, считаются настоящими плодами. Антеридии, или мешочки, содержащие эти частицы, были обнаружены у различных родов родосперменных растений.

Хотя, как правило, красные водоросли имеют два способа вегетативного размножения, все же существуют различные виды, у которых до сих пор встречались только тетраспоры.

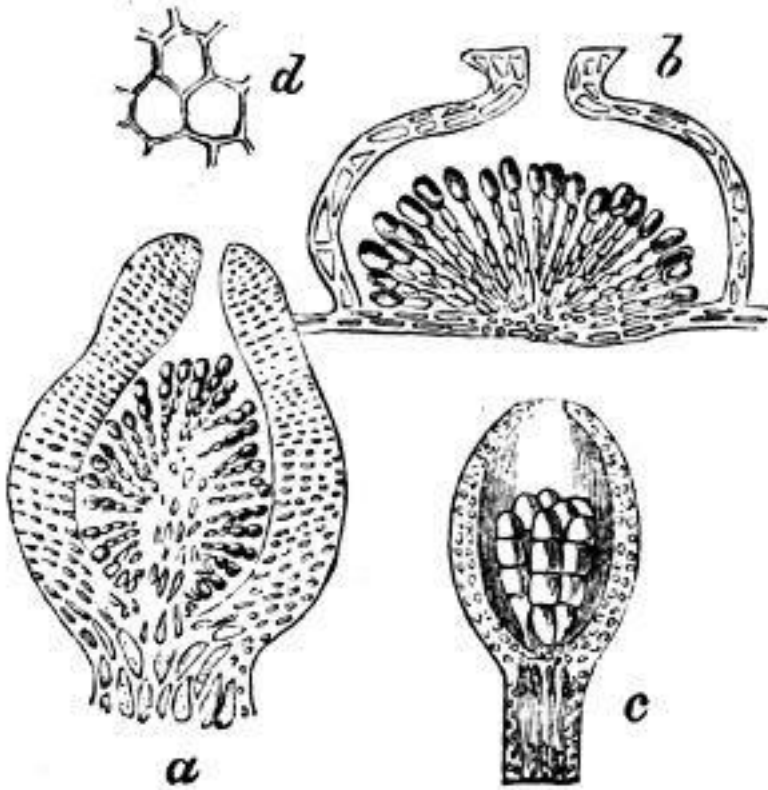


Рис. 24. Вертикальные срезы зачатков: —*a*, *Gracilaria armata*; *b*, *Grinnelia americana*; *c*, *Corallina officinalis*, мембрана которой, более увеличенная, показана *ad*.

Большая часть высших родоспелых растений отличается от растений, обладающих предыдущим способом плодоношения, внутренним строением их репродуктивных ядер. У некоторых из этих водорослей ядра разделены на две равные камеры фиброзно-клеточным веществом, к которому прикреплены споры; у других грушевидные споры отходят от фиброзно-клеточного вещества у основания ядра. Кроме того, существуют водоросли, ядра которых содержат конические споры, широкие основания которых расходятся от центра, и встречаются другие формы расположения.

Родоспермы - сравнительно небольшие растения. Некоторые из них, образующие бархатистые подушки на камнях или крошечные пучки на мелких водорослях, достигают всего доли дюйма в высоту, но более крупные виды варьируются от одного до четырех, шести, десяти или двадцати дюймов; вероятно, ни один из них не превышает двух футов. По толщине некоторые листья тонкие, как сочлененные и разветвленные волоски, в то время как другие толстые, как свиная щетина или вороны перья. Какими бы многочисленными ни были формы, простая сочлененная нитевидная ветвь соединена рядом форм высшего порядка в классе.

Большая часть родосперменных растений на британском побережье состоит из изысканно красивого отряда Керамиевых. Они в изобилии водятся в каждом каменистом водоеме, на каждом куске дерева, долгое время подвергавшемся воздействию волн, на скалах и валунах, и, прежде всего, они окаймляют пристань Зостера, или морской затон, а также более твердые

водоросли всех оттенков красного, от ярко-малинового до фиолетового. Это сочлененные нитевидные растения, приближающиеся по простоте формы к Конфервам. Род *Callithamnion*, насчитывающий тридцать видов в Британских морях, состоит из цилиндрических сочлененных нитей, более или менее обильно разветвленных, и отличается тем, что промежутки между сочленениями непрозрачны и имеют различные оттенки красного и фиолетового, в то время как сами сочленения прозрачны и бесцветны, так что стебель и ветви кажутся поперек исполосованными попеременно белыми и цветными полосами, которые часто видны невооруженным глазом, несмотря на миниатюрность растений и тонкость их нитей, как у *C. sparsum*, который представляет собой нежно—фиолетовый пучок сочлененных нитей, едва различимый по цвету. - десятая часть дюйма высотой.

У *Callithamnion corymbosum* мягкий сочлененный нитевидный стебель, снизу похожий на волос, сверху тонкий, как паутина, и чрезмерно разветвленный, с дихотомическими ответвлениями.

Врис. На рис. 25 *a* изображена нить этого растения с тетраспорами, сильно увеличенная; *b* - часть того же растения, увеличенная сильнее; *c* - нить с обнаженными ядрами, гонгилоспермная, то есть заполненная массой спор, увеличенная сильнее; и *d*, споры, увеличенные сильнее. Ядра обнажены у всех керамиевых.

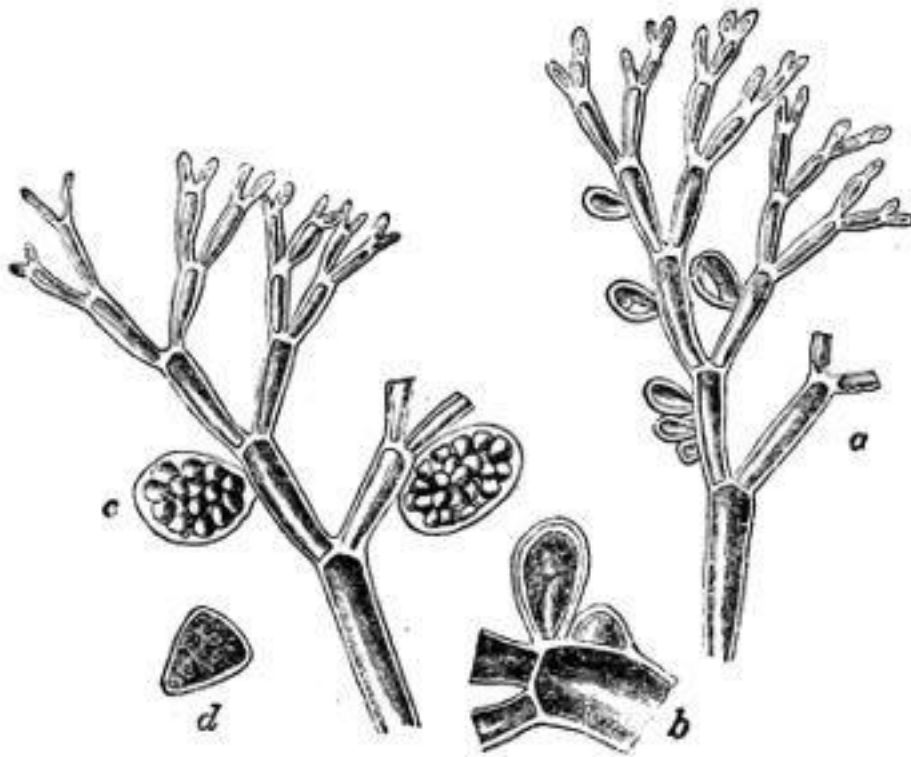


Рис. 25. *Callithamnion corymbosum*.

Род *Ceramium*, некоторые виды которого имеют шиповидные веточки, характеризуется тем, что кончики разветвлений его конечных веточек загнуты внутрь, а стебли и ветви испещрены чередующимися гиалиновыми и цветными полосами, как у предыдущего рода, хотя расположение цветов несколько отличается. У *Ceramium ciliatum*, представляющего собой плотный пучок нитей с капиллярными соединениями длиной от двух до шести дюймов, многократно и правильно разветвленных, кончики последних разветвлений настолько сильно загнуты внутрь, что кончики веточек выглядят так, как будто они имеют форму сердца. У него

мельчайшие споры в шаровидных ядрах, сидячие на ветвях с двумя или тремя ветвеобразными волосками под ними, и тетраспоры, расположенные в окрашенных частях сочленений с шипом между каждым, поскольку у этого растения центр сочленения гиалиновый, остальные окрашены.

Род *Griffithsia* содержит различные виды растений ярко-розового цвета, которые обесцвечиваются при попадании в пресную воду и образуют круг при разложении. Мягкие, нежные и студенистые, они образуют плотные пучки сочлененных и разветвленных нитей на камнях при низкой отметке воды. Нити тонкие снизу, капиллярные и раздвоенные сверху, а сочленения содержат одну линейную вертикальную трубку розового цвета, которая видна на их прозрачных стенках: отличительный признак рода. Тетраспоры располагаются на волосовидных сочлененных веточках, а споры собраны в покрытые оболочкой округлые сидячие ядра, окруженные мельчайшими волосовидными волокнами. Несколько видов, когда-то называвшихся *Griffithsia*, настолько сильно отличаются от других, что некоторые относят их к *Halurus*, у которого стебли и ветви утолщены перекрывающимися завитками крошечных раздвоенных и изогнутых веточек. Они размножаются спорами, заключенными в скопления ядер, расположенных на кончиках коротких ветвей, с массой изогнутых веточек, складывающихся поверх них, и тетраспорами, прикрепленными к внутренней стороне другого набора изогнутых веточек. Антеридии были обнаружены у нескольких родов группы *Ceramiales*, особенно у *Ceramium*, *Callithamnion*, *Griffithsia* и *Halurus*. Они состоят из небольших скоплений клеток, расположенных по-разному, в которых образуются активные частицы, известные как сперматозоиды.

Полисифонии - это водоросли, встречающиеся в виде пучков длиной от десяти до двенадцати дюймов, обычно состоящих из сильно разветвленных сочлененных нитей, на камнях, кораллинах и более мелких водорослях при низкой отметке воды. Соединения нитей содержат вертикальные трубки, заполненные фиолетовым или красновато-коричневым веществом, которое видно сквозь их прозрачные стенки. Количество этих цветных трубочек варьируется от четырех до десяти, восемнадцати или даже двадцати и составляет характеристику рода. Таким образом, существует сходство в строении между *Polysiphonia*, родом высшего порядка среди родосперменных растений, и *Griffithsia*, который является одним из низших. Полисифония удлинённая, высотой от шести до двенадцати дюймов, имеет четыре первичных и несколько вторичных цветных трубочек в прозрачных соединениях своих нитей. Как и многие его сородичи, это растение не достигает совершенства и не приносит плодов до второй весны. В молодости он напоминает взрослое растение, но меньше, а в капиллярных нитях пучков, которые со многими своими веточками являются листовыми, не образуются цветные трубки, что оставляет растение в его обнаженном зимнем состоянии. С возвращением тепла он приобретает свою совершенную форму и в марте-апреле приносит плоды, которые состоят из зародышей в соцветиях, сидячих на ветвях, либо собранных в гроздь, либо разбросанных. Споры находятся на верхушке сочлененных нитей, поднимающихся из вещества у основания ядер. У некоторых видов этого рода обнаружены только тетраспоры.

Криптонемиевые являются наиболее многочисленными и разнообразными из всех отрядов Родосперменных растений. Тридцать пять родов широко распространены по всему миру, главным образом в северном полушарии; по крайней мере, двадцать четыре рода встречаются на восточном побережье Северной Америки; и пятнадцать родов имеют представителей в Британских морях. Это множество общих форм делится на две группы студенистой структуры,

одна из которых имеет нечленораздельные листья, состоящие из тесно сросшихся суставчатых нитей, другая - перепончатые, образованные из клеток, тесно сросшихся в листовидное разрастание. Большинство этих растений имеют слой клетчатки, расположенный между губчатым веществом внутри листа и эпидермой, или внешней кожицей, которая по большей части состоит из простого слоя мельчайших клеток, прочно соединенных своими сторонами, обычно образующих простую пленку; но она может быть тонкой и гибкой, толстой, жесткой или кожистой, в зависимости от обстоятельств.

Furcellaria fastigiata (рис. 23 Б) имеет промежуточный слой клетчатки между кожицей и мясистой внутренней частью. Лист цилиндрической формы, гладкий, крепкий и непрозрачный, многократно разветвленный длинными узкими разветвлениями. Корень волокнистый, а ножка короткая и сужающаяся. Массы спор гнездятся под кожицей и выпячивают верхние разветвления, а продолговатые тетраспоры глубоко внедряются в нее.

У *Dumontia filiformis* простой неразделенный стебель и ветви заполнены водянистым желе.

Стебель хилокладии калиформной представляет собой цилиндрическую трубку высотой от четырех до восемнадцати дюймов, суженную с интервалом в полдюйма или более в длинные полые суставы; ветви той же конструкции, но меньших размеров отходят от каждого сужения либо напротив друг друга, либо в виде завитков; у них снова есть меньшие ответвления, все более или менее сужающиеся к каждому концу. Растение розового цвета, переходящего в зеленовато-желтый, размножается тетраспорами, расположенными на ветвях, и прозрачными наростами, расположенными на веточках, окружающими ядра, содержащие пирамидальные споры. У нас нет ни *Constantinea rosa marina*, ни *C. sitchensis*, одних из самых крупных и прекрасных растений этой группы, поскольку оба являются обитателями высоких широт, но на британских побережьях есть несколько очень красивых видов. Предполагается, что это однолетние растения.

Красные дульсы относятся к листовидной и студенистой части этого отряда. Хондрус криспус, или ирландский мох, продаваемый под названием Кэрригин, очень распространен на скалистых побережьях северных морей. Его высота составляет от трех до восьми дюймов, и он чрезвычайно разнообразен по форме. Листья толстоватые, твердые и эластичные, со слоем клетчатки под кожицей, которая, вероятно, сильно развита, так как растение ороговеет при сушке. Размножается тетраспорами, большими овальными группами, разбросанными по всей поверхности, часто выступающими только с одной стороны, и, в некоторых редких случаях, споры в выступающих овальных соцветиях погружены в меньшие отделы листьев. Кроме того, это бородавки, состоящие из расходящихся нитей, возможно, антеридий, но не различимые.

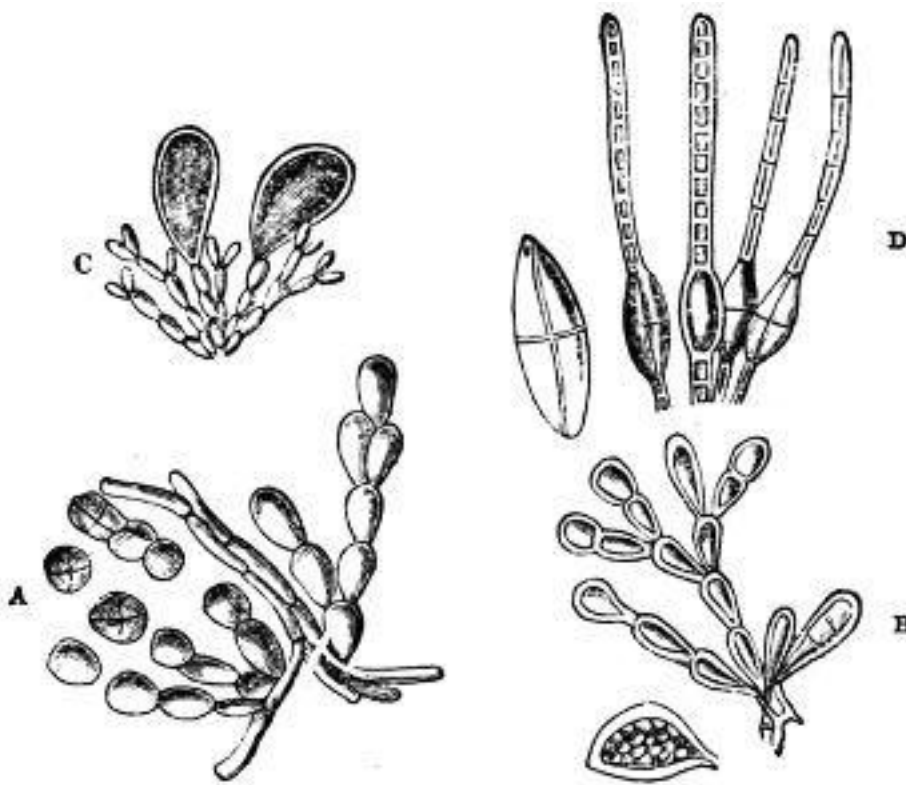


Рис. 26.—А, *Rhabdonia Coulteri*, часть ядра. В, *Sphaerococcus coronopifolius*; часть ядра и одиночная спора. С, *Wrangelia penicillata*, нити спор. D, *Cruoria pellita*, тетраспоры.

Rhodymeniaceae иногда нитевидные, но по большей части это сжатые плоские ячеистые листья, широко распространяющиеся от короткого тонкого стебля. Обычно они кроваво-красного цвета, но *Rhodymenia palmata*, или обыкновенная шотландская рябина, темно-фиолетовая. Тетраспоры расположены по-разному, и простые или сложные шаровидные оболочки, содержащие ядра, либо прикреплены снаружи к нитевидным листьям, либо частично погружены в те, которые являются листовидными. Споры образуются в соединениях однообразных нитей внутри ядер, которые иногда разделены на две камеры нитями, идущими от стенки к стенке. К этой группе относится рабдония (рис. 26 А).

Врангелиевые имеют нитевидную форму, многие виды состоят из центральной нити, более или менее покрытой более мелкими нитями, иногда расположенными так, что образуют изящнейшее кружево. Каждое сочленение стебля, ветвей и отростков усеяно завитками коротких тонких раздвоенных веточек. У них скопления спор в коробочках на ножках. Нити спор *Wrangelia penicillata* (рис. 26 С) окружены завитком веточек, состоящим из расходящихся грушевидных спор, возникающих из эндохрома концевых клеток.

Чешуйчатые грибы напоминают лишайники, покрывая камни красной коркой. Внизу у них есть корни, а на верхней поверхности - бородавки, в которых имеются пучки монилиформных спороносных нитей. Тетраспоры *Cruoria pellita* показаны на рис. 26 D; его многократно разветвленные нити сужаются кверху, и тетраспоры образуются в набухшей центральной ячейке нитей. Пейссонеллия растет на раковинах и других морских объектах и простирается от Средиземного моря до Ирландии и восточного побережья Северной Америки.

Polyides rotundus (рис. 23 А), представляющий единственный род *Spongiocarpeae*, имеет темно-фиолетовую твердую хрящеватую цилиндрическую ножку, многократно и правильно раздвоенную, все одинаковой толщины. Кончики последних разветвлений, которые маленькие и равные, придают верхушке растения округлую форму. Микроскоп показывает, что стебель и ветви состоят из центрального столба переплетенных нитей и расходящихся клеток; более того, он показывает гиалиновые ядра, содержащие скопление конических спор, широкие основания которых расходятся во всех направлениях от центра, как на [фиг. 23 а](#), разбросаны среди сочлененных нитей продолговатых неправильной формы губчатых бородавок, которые обхватывают стебель и ветви. Тетраспоры заглублены на концах последних разветвлений. Это растение настолько похоже на *Furcellaria fastigiata* (рис. 23 Б), что представляет собой замечательный пример сходства формы и полного разнообразия плодоношения не только в спорах и их расположении, но и в форме тетраспор; поскольку у полиидов они образованы двумя участками, одним вертикальным, а другим горизонтальным, в то время как у *Furcellaria* эндохром разделен тремя кольцевыми участками, как показано на [фиг. 23 Е](#).

Гелидиум роговой (*Gelidium corneum*), распространенный в Великобритании и почти повсеместно, представляющий группу *Gelidiaceae*, непрозрачный, плотный, темно-фиолетового цвета. Ось с ее чередующимися и повторяющимися ответвлениями, лежащими все в одной плоскости, состоит из конфервоидных нитей. Это растение отличается тем, что его споровые оболочки или ядра разделены на две камеры волокнисто-клеточным веществом; споры прикреплены либо к нему, либо к сети нитей; эти тела и тетраспоры расположены на кончиках веточек. Это одно из самых изменчивых из всех Водорослей.

Сферококкоиды - это одни из самых распространенных и красивых водорослей, замечательные своими ярко-розовыми и фиолетовыми оттенками. Эта секция состоит из тех красных водорослей, ядра которых расположены во внешней субглобозной оболочке, споры образуются на кончиках сочлененных нитей, поднимающихся из вещества у основания ядра. Часть ядра *Sphaerococcus coronopifolius* и единичная увеличенная спора показаны на [фиг. 26 б](#). Тетраспоры расположены по-разному. Листья в этом семействе либо хрящеватые, либо перепончатые и полностью отличаются от последующих. Они часто приобретают лиственный вид из-за правильности расположения нервов, которые иногда выполняют функции стебля, когда перепончатая кайма отошла, а затем, в свою очередь, дают начало новым листьям. Это происходит у некоторых видов *Nitophyllum*: очень короткий стебель поднимается из крошечного диска и широко распространяется в плоское безреберное разрастание, более или менее глубоко разрезанное на широкие округлые деления. Волнистые нервы от вершины стебля распространяются по листьям, которые зимой остаются голыми, а весной дают начало новым листьям. Листья *Delesseria sanguinea* длиной от двух до восьми дюймов и шириной от одного до шести дюймов имеют насыщеннейший цвет и нежнейшую структуру, с равномерно загнутыми краями и прочной прочной ножкой, с выступающей средней жилкой и нервами. Зимой на скелетных серединках летних листьев, у которых опал край, появляются шаровидные зачатки спор на черешках, которые, таким образом, становятся стеблями растения следующего года. У этого растения тетраспоры в маленьких листочках на особых черешках окаймляют серединки скелета; у нитофиллумов они либо разбросаны точками по листу, ограниченные центром, либо линиями по краю. Что касается внутренней структуры этого порядка, то ничто не может быть более разнообразным, но они никогда не приобретают по-настоящему четкой формы. Роды и виды этой группы широко распространены; у них много представителей в Средиземноморье.^[41] Род *Sphaerococcus* ограничен Европой, в то время как многочисленные роды обитают

исключительно в южном полушарии. Цейлонский мох *Gracilaria lichenoides* славится своими студенистыми свойствами; а компресс из *Gracilaria compressa* на наших берегах превосходит в качестве маринада или консервирования и очень декоративен. Одна из самых красивых известных водорослей - гриннелия американская, которая в изобилии встречается на восточном побережье Северной Америки; [рис. 24 b](#), представляет собой вертикальный разрез его зачатка, показывающий рудиментарную плаценту и нити спор. Он существенно отличается от *Delesseria sanguinea*, точным аналогом которой он является, тем, что капсулы разбросаны по поверхности листа, а не расположены на средней жилке.^[42] *Delesseria sanguinea* теперь известна как червец обыкновенный *sanguinea*.

Кораллы - это цветистые водоросли, которые поглощают такое количество карбоната извести из окружающей воды, что становятся жесткими и часто каменистыми. Они фиолетовые или розовые в свежем виде, белые и иногда ломкие в сухом, и размножаются нитями спор, поднимающимися от основания ядер, которые заключены в зачатках или споровых коробочках, открытых сверху. Некоторые из них суставчатые, состоят из плотно спрессованных нитей, как кораллина лекарственная, красивое немного разветвленное и кустистое растение, наиболее пышное в глубокой воде и особенно обильное в каменистых бассейнах. Его споровые мешочки в форме урны прикреплены к кончикам или боковым сторонам ветвей; [рис. 24 c](#) - увеличенный вертикальный разрез одной из них, а *d* - та же мембрана, более увеличенная, с отпечатками внешних клеток. Суставы суставчатых кораллинов, которые являются гибкими и сильно различаются по длине, либо не содержат карбоната извести, либо украшены известковыми пластинками; считается, что именно через эти открытые пространства растение получает питание. Формы кораллинов неопределимо разнообразны; многие из них представляют собой просто аморфные наросты на камнях и морских водорослях, увеличивающиеся от центра кнаружи, как у лишайников, другие лопастевидные и разветвленные, как у настоящих кораллов. Кораллы поднимаются в очень высокие широты, но больше всего их в теплых и тропических морях: либо свободные, либо покрывающие гальку на огромных глубинах, они образуют последнюю зону растительной жизни.

У лаврентийевых листья мягкие и нитевидные или твердые, мясистые и невнятные; и те, и другие многократно разветвлены. Окраска этих растений фиолетовая или тускло-красная, но они чрезвычайно чувствительны к воздействию света и воздуха, меняя все оттенки оранжевого, желтого или зеленого в зависимости от воздействия, и, как и многие другие цветистые водоросли, они теряют свой цвет в пресной воде. Это одни из самых распространенных морских сорняков. *Laurencia pinnatifida* - растение с перечным вкусом из Шотландии, а также произрастает на восточном и западном побережьях Северной Америки. Виды были обнаружены на мысе Доброй Надежды, в Австралии и Новой Зеландии. Плодоношение на этом участке довольно своеобразное. У них есть тетраспоры, расположенные в веточках; и яйцевидные зачатки с концевой порой, заключающие ядра с грушевидными спорами, отходящими от фиброзно-клеточной массы у их основания. Антеридии, которые различаются у разных видов, достигают большей степени сложности, чем у других триб. У *Laurencia tenuissima* они образуют любопытные боковые скрученные пластинки сероватого оттенка, окаймленные крупными клетками. Пластинка занята продуктивными клетками гораздо меньшего размера, очевидно, отходящими от клеточной разветвленной оси. У *Laurencia pinnatifida* вместо пластинки имеется несколько полый чашеобразный диск, образованный из похожих на дробинки вертикальных групп бледных клеток, увенчанных двумя или тремя более крупными маслянистыми мешочками, заполненными желтым пигментом. Эти тела иногда раздвоены и, кажется, выступают из общей

массы. *L. dasyphylla* представляет собой третью модификацию, антеридий представляет собой мешочек, а дровиковидные группы клеток выбрасываются из крошечного концевое отверстия. Движущиеся частицы, образующиеся в клетках этих трех форм, немного отличаются по форме, и поскольку они не прорастают, считается, что это сперматозоиды, хотя на них не обнаружено ресничек.

Родомеловые, последнее и самое высокое семейство цветущих водорослей, как следует из названия, насыщенного красно-коричневого цвета. Ни одно из других Родоспемных растений не может соперничать с ними по своеобразию или разнообразию строения. Листья могут быть ареолярными или сетчатыми, нитевидными или с различной облиственностью, суставчатыми или невнятными.

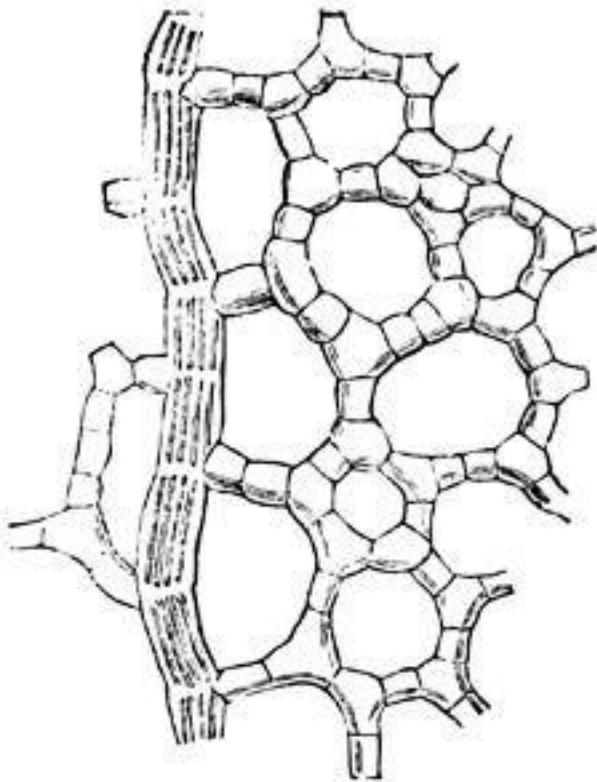


Рис. 27. *Dictyurus purpurascens*.

Некоторые роды, как, например, *Dasya*, имеют тонкие, часто элегантно разветвленные нити, в то время как такие роды, как *Amansia* и *Odonthalia*, вместо этого имеют плоскую и перистую ветвь. Последний, имеющий очень заметную клеточную сетку, является родом из высоких широт, но распространен в некоторых частях шотландского и североамериканского побережий.

Британские моря богаты многими родами этого отряда, и аналогичные формы встречаются в южном полушарии, где насчитывается по меньшей мере двадцать три рода. Многие из них примечательны необычностью строения: например, клавдея, которая является одной из самых элегантных водорослей, имеет губчатую ветвь и является украшением теплых морей; амансия и левеллея, которые отличаются красивой сетчатостью своих ветвей, вызванной крупными шестиугольными ячейками; и Диктиурус, у которого сеть образует спиральную паутину вокруг главного стебля. На рис. 27 показана увеличенная часть сети *Dictyurus purpurascens*. Все роды этого отряда обладают свободными ареолярными полыми щитками, перфорированными сверху

и содержащими ядра, от основания которых отходят короткие пучки нитей, каждый из которых несет на своей вершине крупную обратнояйцевидную спору. Тетраспоры расположены последовательно либо внутри листка, либо в отдельных стручковидных сосудах, называемых стихидиями. На рис. 28 показана *Polyzonia cuneifolia* с ее тетраспорами, расположенными рядами в стручковидных стихидиях, вместе с ареолированным зачатком и спорами, все сильно увеличенные. Антеридии различаются по форме у разных родов. У дасьи они предполагают наличие коробочек, полных клеток, в которых образуются подвижные частицы; у *Rytiphlae tinctoria* антеридии напоминают антеридии дасьи, за исключением того, что они эллиптические, а у *Rytiphlae pinastroides* они представляют собой клеточные тела без каких-либо покрывающих оболочек, покрытые тонкими волосками.

На форму родоспелых растений, а также границы распространения вида, как и у других водорослей, влияют многие известные и неизвестные обстоятельства, такие как глубина, температура, соленость и течения в воде. *Gelidium corneum* варьирует до такой степени, что его формы могут рассматриваться не только как отдельные виды, но даже как принадлежащие к разным родам. У *Delesseria alata* иногда отсутствует свой край, и тогда, когда остаются только средние косточки, она имеет форму *Delesseria angustissima*. У нескольких видов цветистых водорослей, у которых в естественном состоянии кончики листьев ровные и прямые, иногда образуются крючковатые и загибающиеся кончики.

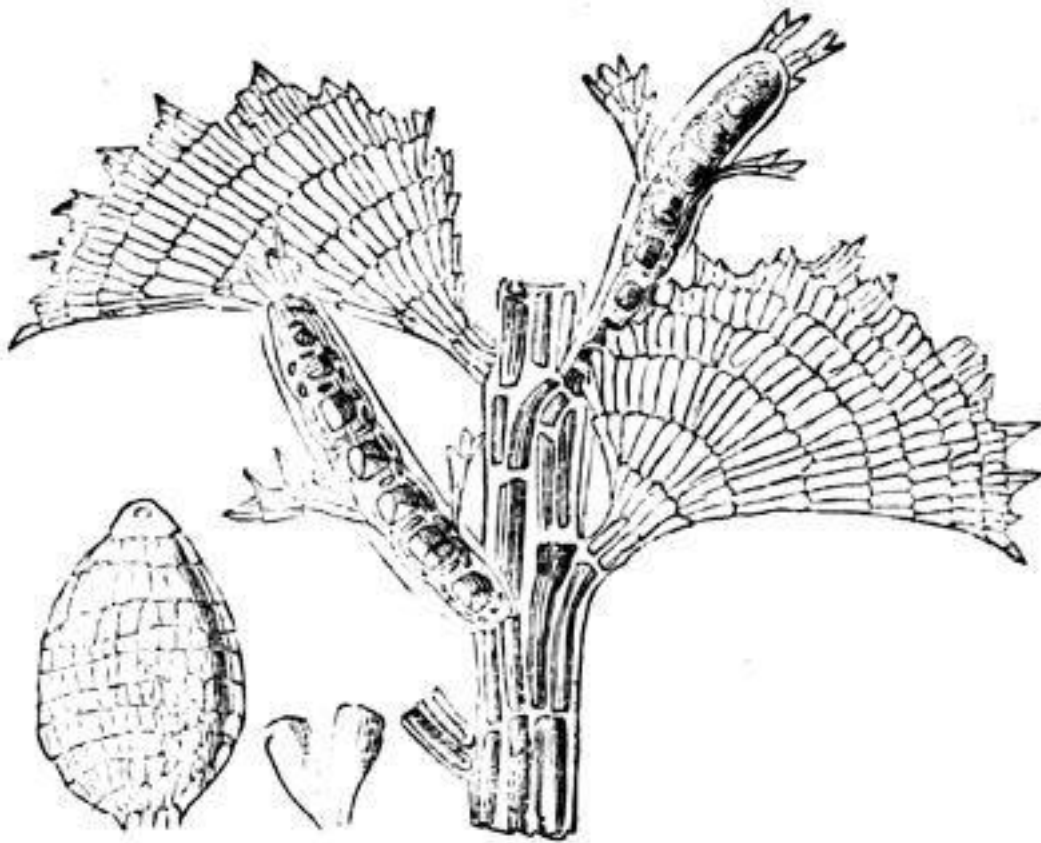


Рис. 28. *Polyzonia cuneifolia*.

Солоноватая вода часто является причиной изменений. Ирландский мох, *Chondrus crispus*, при попадании в пресную воду устья приобретает большую ширину и толщину, в то время как при низкой отметке воды он становится тонким и имеет узкие раздвоенные ветви, и существует

множество промежуточных форм. Плод редко изменяется при этих изменениях; его расположение и внутренняя структура, так же как и листьев, являются точками первостепенной важности для определения родов и видов водорослей.

Меланоспермии, или меланоспермные растения, представляют собой оливково-зеленые водоросли, иногда переходящие в коричневый цвет. У них меньше видов, чем у родосперменных, но особи превосходят по численности и величине все остальные водоросли.

Эти крупные меланосеменные водоросли, образующие морские леса в обоих полушариях, чрезмерно прочны снаружи, но имеют более рыхлую структуру внутри, так что клетки их ткани бывают разных размеров и форм в зависимости от степени давления. Стебли и ветви более плотные, чем листья. Однако у этого высшего отряда есть мелкие и нежные водоросли, объединенные с самыми крупными множеством промежуточных форм. Меланосемянные растения бывают либо однолетними, либо двудомными и несут свои оливково-зеленые споры в виде цист, по-разному расположенных на растениях. У многих есть два вида зооспор, отличающихся только размером; они образуются в разных органах; у одних видов оба являются фертильными, у других - только один, и в этих случаях другой, следовательно, считается оплодотворяющим телом, но, как бы то ни было, в этой группе водорослей, особенно в отряде *Fucaceae*, определенно присутствуют антерозоиды.

У эктокарповых на наших побережьях много представителей, все они представляют собой пучки сочленяющихся нитей длиной от одного до восемнадцати дюймов, разветвленных или простых. Обычно они мягкие, некоторые настолько вялые, что слипаются, но иногда они твердые и негнущиеся. Кисты, прикрепленные к этим нитям, имеют различную форму; они сферические, силикозные (то есть похожие на длинные стручки) или другой формы, в зависимости от вида; но какую бы форму они ни принимали, они заполнены плотным эндохромом. Помимо них, у них есть активные гранулы, содержащиеся в других отдельных органах. М. Thuret, вне всякого сомнения, решил, что последние представляют собой мелкие зооспоры, и предполагается, что эндохром в кистах распадается на зооспоры, но другого порядка, как в ульвах. Эти два органа по большей части расположены у разных особей; у *Ectocarpus pusillus* (рис. 29 б) они расположены на одном и том же месте. Различные формы плодолистиков представлены увеличенно на рис. 29.

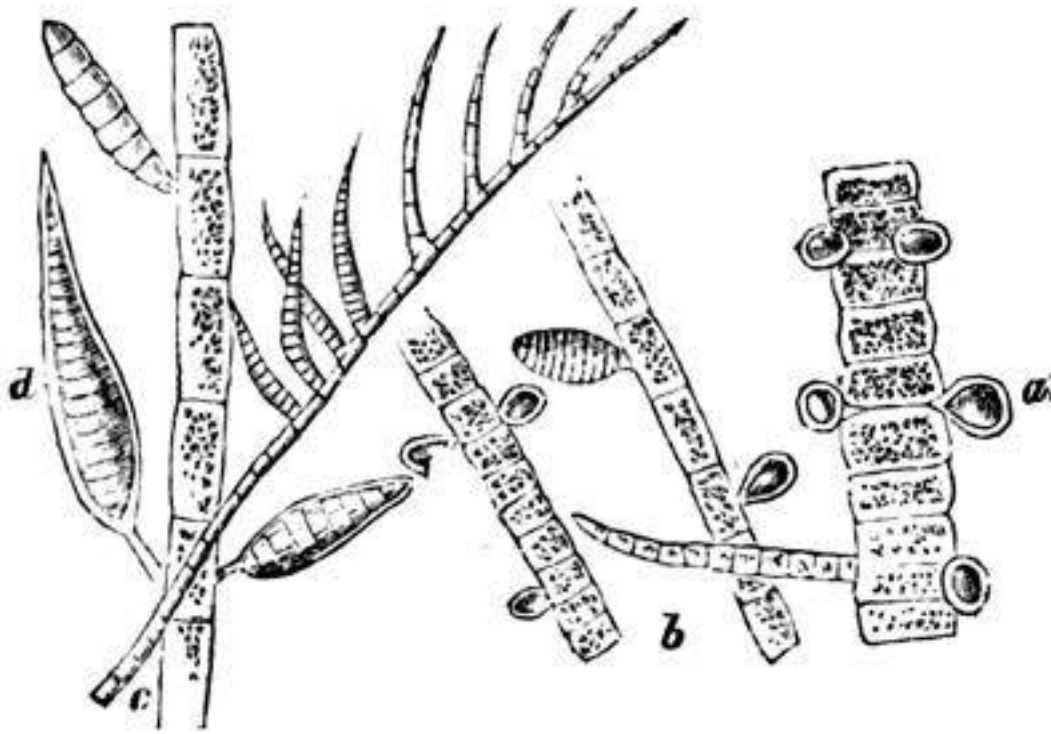


Рис. 29. Плоды эктокарпуса:—*a*, *E. sphærosporus*; *b*, *E. pusillus*; *c*, *E. fenestratus*; *d*, *E. fasciculatus*.

Плодоножки содержат мало желатина или вообще не содержат его, тогда как у родов группы *Chordariae* мягкие студенистые листья многих форм, либо в виде наростов, выпуклых комочков, либо клубней, как у *Leathesia*, столь распространенной на наших побережьях; у небольших растений, таких как мезоглои, у которых мягкие скользкие нитевидные стебли, усеянные мириадами одноцветных червеобразных веточек; или, наконец, у *Chorda filum*, простого неразветвленного слизистого цилиндрического шнура длиной от четверти дюйма до толщиной с карандаш и длиной от одного до двадцати или даже сорока футов в глубокой воде. Шнур имеет трубчатую форму, разделен на камеры поперечными перегородками, образованными переплетенными вертикальными и горизонтальными сочлененными нитями. Она сужается на каждом конце, а снаружи, которая коричневая, покрыта прозрачными волосками. Вертикальные споры расположены по всей поверхности спинного мозга, и доктор Харви говорит, что в смеси с ними присутствуют многочисленные узкие, эллиптические, поперечно-полосатые клетки, которые, согласно М. Терет продуцирует зооспоры. Каждое растение поднимается отдельно от своего маленького диска, но поскольку хордовая нить является общественным растением, ее обширные скопления покрывают обширные участки песка и ила и образуют густые заросли в наших северных морях. В Северном море есть его полосы длиной от 15 до 20 миль и шириной более 600 футов; в заливе Скапта, Оркнейские острова, есть подводный лес из него; а на проливах у западных островов, например, между Керрерой и материком, есть и другие. Длинные шнуры всегда наклонены в направлении прилива и должны колебаться между двумя зонами покоя, одной на рубеже прилива, а другой на рубеже отлива. Высушенные, люди используют их для изготовления лески. У хордариид раздвоенной оба вида споровых кист являются внешними и дают начало зооспорам.

В предыдущих подразделениях меланосеменных листья состоят из сочлененных нитей; в последующих подразделениях листья нечленораздельные. Последние состоят из четырех

весьма примечательных групп, из которых Dictyoteae отличаются кожистой или перепончатой ветвью, иногда цилиндрической, но чаще плоской, поверхность которой сетчатая и усеяна группами или небольшими участками обнаженных спор или цист. Эндохром в кистях иногда четырехраздельный или даже разделен на восемь частей. Только у одного из родов было обнаружено что-либо похожее на антеридии. Зооспоры, образующиеся из четырехраздельного эндохрома, крупные, темного цвета и имеют две боковые реснички, в то время как тельца нитевидных сильно разделенных антеридий, расположенных по-разному в пучковых нитях, гораздо более мелкие и бледные, но с похожими ресничками. Этот отряд достигает максимального развития в тропических и субтропических регионах; несколько видов встречаются в Средиземноморье, в то время как несколько встречаются на наших побережьях и в Северной Америке.^[43]

Род *Dictyota* начинается с группы зонариоидных, строение которых очень любопытно. Каждая полоска (лапиния) листовой пластинки заканчивается одной клеткой, при постоянном делении которой на нижней стороне образуются другие клетки листовой пластинки, при этом концевая клетка листовой пластинки, таким образом, постоянно продвигается вперед. Следовательно, это приводит к тому, что продольные линии поверхностных клеток сходятся, что дает готовый метод определения рода при отсутствии плодоношения. Когда должен образоваться новый центр роста, то есть когда лист становится раздвоенным, концевая клетка делится в продольном направлении, и затем каждая полуклетка растет по своему собственному закону. На рис. 30 показан увеличенный кончик лепестка *Dictyota dichotoma*; клетки на его поверхности квадратные, а внутренняя часть каждой имеет спиральную структуру.

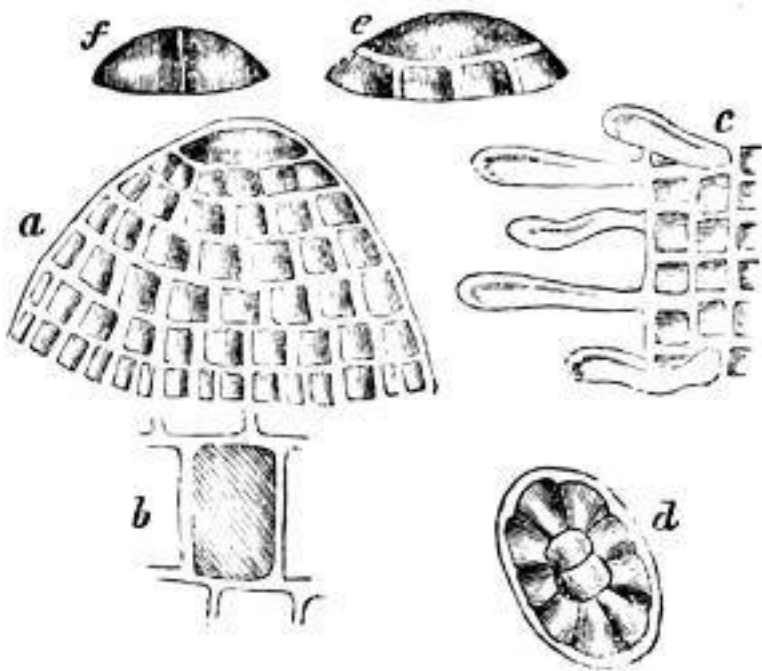


Рис. 30. Дихотома *Dictyota*:—*a*, верхушка молодой ветви; *b*, клетка со спиральной структурой; *c*, нити от краевых клеток; *d*, скопление спор; *e*, *f*, концевые клетки, делящиеся на новые центры роста.

Падина павония, или павлиний хвост, обитающий на нашем южном побережье, а также в Северной Америке и Средиземноморье, иногда включается в род *Zonaria*. Этот вид

примечателен своими клиновидными листьями оливково-зеленого цвета с оттенком ржавчины, а при созревании плодов они испещрены темными концентрическими зонами, которые представляют собой просто линии спор, погруженных в лист и видимых через его прозрачную поверхностную оболочку. Каждая зона украшена бахромой из волосков оранжевого цвета. Параллельно или, скорее, концентрически спорами расположен ряд сочлененных нитей, которые имеют настолько сильное сходство с антеридиями катлереи, что м-р Беркли заподозрил сходство функций. Виды *Zonaria*, *Padina* и *Haliseris*, которые являются наиболее высокоразвитыми из *Dictyoteae*, наиболее распространены в тропиках и низких широтах.

Катлерия мультифида - небольшое растение, не превышающее восьми дюймов в длину, оливково-зеленого цвета с ржавыми оттенками. Ветвь представляет собой плоское безреберное расширение с множеством различных прорезей в верхней части. Он красиво отмечен выступающими точечными пучками плодов, разбросанными по обеим сторонам листа, и растет на камнях и ракушках на глубине от четырех до пятнадцати морских саженей.^[44]

Большие морские водоросли составляют основную часть тех обширных подводных лесов, которые окружают земной шар в Северном Ледовитом и антарктическом океанах. Ни одна из этих гигантских водорослей не встречается в низких широтах, но есть несколько более мелких видов. Средиземноморская ламинария слабая не превышает пяти дюймов в высоту, и у нас есть некоторые ленточковидные виды, также небольшого размера. Кроме того, многие мелкие особи крупных видов растут на наших побережьях при низкой отметке воды или ниже нее; но самые крупные особи встречаются только на глубинах, соответствующих их размерам, так что большая ламинария, или густые леса, простираются от низкой отметки воды до глубины пятнадцати морских саженей.

Листья этих водорослей по большей части кожистые и волокнисто-ячеистой консистенции. Ламинария луковичная - самый крупный из наших морских водорослей. Мистер Беркли говорит, что иногда встречаются личности, которые являются достаточным грузом для человека. Плоский стебель, часто более фута длиной, изгибаясь, поднимается из круглой полый луковицы диаметром в фут, выбрасывая снизу многочисленные толстые волокнистые корни; стебель окаймлен тонкой волнистой перепонкой, из-за чего эти растения обычно называют морскими мохнатыми луковицами. На верхушке стебля имеется широкое листовое разрастание, разрезанное на полосы или сегменты длиной двенадцать или более футов и шириной от одного до двух футов.

Наперстянка морская, обычно называемая большим клубнем, водорослями-весельчаками или морским поясом, имеет волокнистый корень - стебель длиной шесть или более футов с широким расширением на верхушке, разрезанный на очень длинные узкие сегменты. Листья у некоторых ламинарий листопадные; стебель увеличивается в размерах год от года, из верхушки вырастает новая ветвь, заменяющая старую, которая в конце концов отделяется от места соединения с новой ветвью, к которой прикрепляется, пока последняя не приобретет свою естественную форму и размеры.

Сахарная ламинария, которую на наших северных побережьях называют фартуком дьявола, в молодом возрасте имеет зеленовато-оливковый оттенок, в старом - коричневатый. У него волокнистый корень, стебель длиной в несколько футов, заканчивающийся плоским лентовидным разрастанием без ребер, всегда намного длиннее стебля и заканчивающийся острием. Край листа ровный, но волнистый или сморщенный.

"Плоды этих трех крупных ламинарий вкраплены кое-где в поверхность листа, утолщая его и образуя мутные пятна".^[45] Он состоит из толстых булавовидных перпендикулярных клеток, в которых эндохром в конечном счете разделен на четыре части. Это, безусловно, относится к *Laminaria bulbosa*, а также к *Alaria Pylaii*, виду последнего рода, *Alaria esculenta* с наших собственных побережий, является очень уважаемым видом британской флоры.

В Северной части Тихого океана, около Курильских и Алеутских островов, а также вдоль глубоко изрезанного и изрезанного каналами северо-западного побережья Америки водоросли встречаются в огромном количестве. *Nereocystis Lutkeana* образует густые леса в заливе Норфолк и по всей Ситке. Его стебель напоминает плетеный шнур и иногда достигает 300 футов в длину. Он чрезвычайно тонкий на верхушке, где заканчивается огромным воздушным пузырем шести или семи футов длиной и около четырех с половиной футов в диаметре в самой широкой части, нижняя оконечность которого переходит в стебель. Этот огромный воздушный сосуд, который является обычным местом обитания морской выдры, увенчан пучком сдвоенных листьев, в основном растущих на пяти черешках. Эти листья, которые в молодом возрасте перепончатые и ланцетовидные, от одного до двух футов длиной и двух дюймов шириной в центре, отмечены лишь несколькими слабыми нервюрами, но в конечном итоге они расщепляются в длину, покрывают большое пространство и достигают в длину двадцати семи-тридцати футов или даже больше. Рост *Nereocystis* должен быть чрезвычайно быстрым, поскольку он однолетний, и поэтому должен развить все свои гигантские размеры за одно лето.^[46] Лодки не могут проходить сквозь плавающие массы этого растения, стебель которого используется для лески, а цилиндрический воздушный сосуд служит сифоном для откачки воды из лодок.

Thalassiophyllum Clathrus также обитает на российском побережье Северной Америки. Он около шести футов высотой, очень густой и разветвленный, каждая ветвь имеет на конце широкий лист, который разворачивается по спирали, и в результате этого постепенного развития образуется стебель с его разветвлениями и боковыми отделами. Спиральная кайма, обвитая вокруг стебля, указывает на рост листовой пластинки, которая представляет собой большую выпуклую изогнутую пластинку без нервов, или листа, у которого отсутствует половина. Многочисленные длинные узкие отверстия, расположенные в виде лучей, придают ему вид разрезанного веера.

Macrocystis pyrifera и *Laminaria radiata* - самые замечательные из морских растений благодаря своим гигантским размерам и обширности ареала. Они встречаются на антарктических побережьях на два градуса ближе к полюсу, чем любое другое растение, за исключением диатомовых. Ножка *Macrocystis* тонкая, гладкая, круглая и слизистая, поднимается из волокнистого корня, как у других морских водорослей, и несет на своем кончике ланцетную или продолговато-ланцетную ветвь. Эта веточка делится у основания; бороздки тянутся вверх, образуя два черешка, каждый из которых превращается в продолговатый или грушевидный воздушный сосуд. Другая трещина образуется аналогичным образом немного выше, и так далее, пока на одной ветке не появится восемь или десять трещин, каждая из которых в конечном итоге достигнет общей верхушки. Края борозд сначала идеально гладкие, но вскоре они становятся реснитчатыми, как и внешний край. Непрерывность с волокнистой основой наконец нарушена, и деление листьев продолжается бесконечно, все вместе достигает длины в несколько сотен футов, образуя огромные плавучие массы, которые уносятся волнами за сотни миль от их источника. Плодоношение происходит только у молодых растений; следовательно, у

тех, которые все еще прикреплены к своим родным камням. Даже в этом юном состоянии мистер Дарвин упоминает, что плавучесть этого мощного водоросли такова, что едва ли найдется хоть одна каменная глыба на побережье мыса Горн, которая не поддерживалась бы им.^[47] Макроцистис произрастает на берегах Атлантики, от мыса Горн до 43 ° Южной широты; но на тихоокеанском побережье, по словам доктора Хукера, он простирается до реки Сан-Франциско в Калифорнии и, возможно, до Камчатки. Растение размножается грушевидными клетками, полными эндохрома, почти параллельными рядами, встроенными в листья.

Скалистые побережья Фолклендских островов покрыты обширными зарослями гигантского макроцистиса, смешанного с лесами древовидной лессонии, которая образует большие двустворчатые деревья со стволом от восьми до десяти футов высотой и фута в диаметре. Листья достигают двух-трех футов в длину и свисают с раздвоенных ветвей, как у плакучей ивы. У *Lessonia nigrescens* четырехсторонний эндохром, в конечном итоге распадающийся на споры, содержится в утолщенных булабовидных клетках, расположенных вертикально между поверхностями листка.

Поперечный разрез стебля многих крупных морских водорослей представляет собой зоны, формирующиеся период за периодом, соответствующие развитию листовых пластинок, корней и ветвей. Стебель лессонии имеет сильную аналогию со стеблем двудольных растений в том, что он имеет кольца роста, хотя есть большая разница. Поскольку увеличение *Lessonia* происходит за счет постоянного деления плоского листа, основная часть которого становится черешком и в конечном итоге разрастается в ветвь, стебли всегда имеют более или менее эллиптическую форму, а их сечение имеет эллиптическую сердцевину. Однако эта форма ядра не является чем-то особенным, но существует у других водорослей. Вполне вероятно, что лессонии, хотя и достигают столь больших размеров, на самом деле быстро растут.^[48]

Эклония по сути является южным родом, хотя один вид восходит к Испании и Канарским островам. Ветвь перистая, сегменты возникли в результате эволюции краевых зубов. На стебле *Ecklonia buccinalis*, который имеет толщину три-четыре дюйма и сильно раздут сверху, видны кольца роста с округлой сердцевинкой в центре.

Группа *Fucaceae* обладает самой высокой структурой из всех оливково-зеленых водорослей и образует большую часть морских водорослей на наших побережьях, но они изобилуют больше особями, чем количеством родов и видов. У некоторых из них цилиндрические стебли и ветви, через определенные промежутки времени переходящие в большие продолговатые надувные сосуды, что придает им плавучесть в воде. У остальных плоский, лентовидный стебель и по большей части двустворчатые ветви с выраженной средней жилкой, но нет воздушных сосудов, потому что они в основном растут на уровне половины прилива и обнажаются дважды в сутки. Наиболее распространенный из наших *fuci*, пузырьный пузырек, или пузырчатка, имеет среднюю жилку с воздушными сосудами, обычно парами с каждой стороны от нее, образованными раздуванием лепестка; однако этих сосудов часто не хватает, поскольку это самый изменчивый по форме и наиболее широко распространенный вид *Fuci*. Плодоношение этой группы содержится в крупных ключичных сосудах или разрастаниях оранжевого или зеленовато-желтого цвета, расположенных на концах или по краям ветвей.

М.М. Туре и Декейн обнаружили с помощью микроскопического исследования, что *fuci* имеют подлинно половое оплодотворение, состоящее из мужских и женских клеток, заключенных в эти сосуды. У обыкновенного *Fucus vesiculosus* было обнаружено, что мужские и женские

клетки находятся либо у разных особей, либо в разных зачатках одной и той же особи; в то время как у *Fucus platycarpus* было обнаружено, что как мужские, так и женские клетки содержатся в шаровидной полости, заключенной в уплощенные сосуды, которые растут на концах ветвей. Полость выстлана сочлененными волоскоподобными нитями, образованными клетками, некоторые из которых настолько длинные, что выступают через поры на поверхности сосуда в виде растекающейся кисточки (см. [рис. 31](#), где все изображение сильно увеличено). К зрелости клетки некоторых из этих нитей принимают яйцевидную форму; белое вязкое зернистое вещество внутри них приобретает оранжевый оттенок и разделяется на множество гиалиновых частиц, каждая из которых имеет оранжевое пятно и две реснички неодинаковой длины, которые позволяют этим сперматозоидам с большой живостью плавать в воде, как только они высвобождаются при разрыве клетки, в которой они заключены. Кроме того, темно-оливково-зеленые женские клетки большой грушевидной формы прикреплены к стенкам той же полости очень короткими ножками; их содержимое самопроизвольно делится на восемь споровых клеток, никогда больше; каждая содержит бесцветную вязкую жидкость, которая смешана с белком и желто-зеленым веществом и покрыта двойной оболочкой. Оболочки соединены у основания, и когда споры готовы к рассеиванию, внутренняя оболочка прорывается через верхушку внешней, увлекая за собой часть последней в виде маленькой плодоножки. Непосредственный покров спор в конце концов лопается, и они высвобождаются".^[49] В *Fucus serratus*, *vesiculatus* и *nodosus* вырабатываются скопления сперматозоидов, но М. Тюре экспериментально доказал, что сами по себе они никогда ни к чему не приводят, а неоплодотворенные споры погибают.

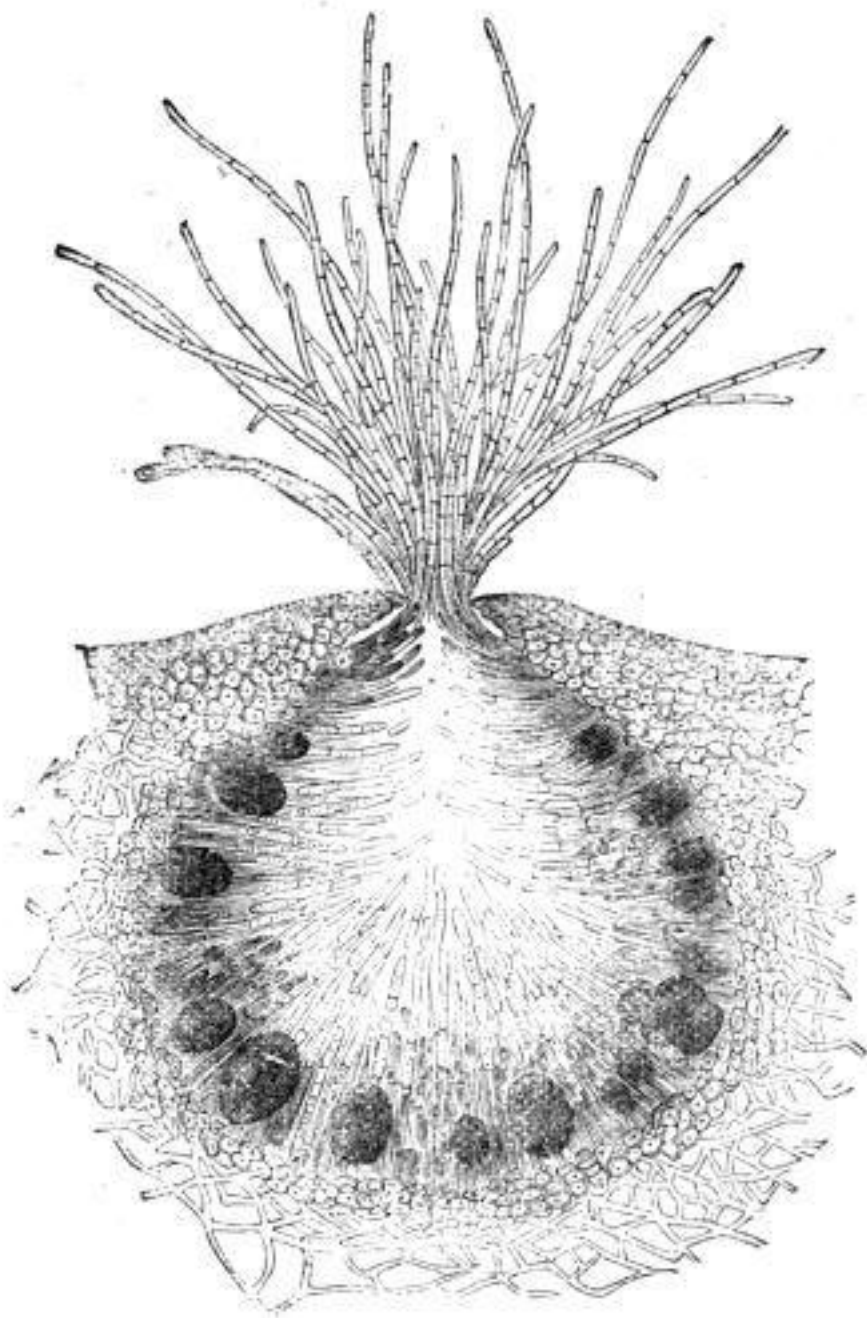


Рис. 31. Вертикальный разрез цветоноса *Fucus platycarpus*.

Когда оплодотворенная спора начинает расти, она приобретает грушевидную форму и выпускает из своего узкого конца нити или ножки, содержащие твердые желтые зерна на своих концах, где образуется крючок или коготь, с помощью которого она прикрепляется к камням. Затем спора делится на четыре равные ячейки коричневого цвета, и при дальнейшем разделении их на четыре части растение увеличивается в размерах и принимает форму, соответствующую роду и виду споры. Доктор Карпентер упоминает, что у *Fucaceae* также наблюдается размножение зооспорами. Эти тельца образуются в определенных клетках, образующих поверхностный слой листьев, и после своего выхода некоторое время свободно плавают в воде, пока не закрепятся и не начнут расти; но это всего лишь геммы.

Все фукусовые - жесткие кожистые растения. Это характерно даже для рода *Cystoseira*, различные виды которого можно увидеть на наших побережьях при низкой отметке воды или в приливных бассейнах. Это небольшие кустарниковидные и несколько колючие растения, высотой не более трех футов, с цилиндрическим стеблем и множеством ветвей, на концах которых имеются надутые воздушные сосуды, иногда по два или три вместе; у некоторых видов они расположены ниже. Длинные колючие зачатки расположены на кончиках ветвей, но эндохром не делится в зародышевых клетках, как это происходит в *Fuci*, так что каждая клетка производит только одну спору.

‘На всех широтах два подразделения *Fucaceae* - *Fucoideae* и *Cystoseireae* — образуют преобладающую морскую растительность, к которой обычно применяется название морских водорослей, и различные роды располагаются таким образом, что представляют, за некоторыми исключениями, наиболее гармоничное сочетание’. “Ни один из них не приближается к тропикам; *Fucoideae* в изобилии растут к полюсам и там достигают наибольшей массы, быстро уменьшаясь к экватору и прекращаясь в нескольких градусах от самой линии; в то время как огромный род *Sargassum* достигает максимума в более низких широтах и под самым экватором. В противоположных холодных зонах воды населены определенными родами *Fucoideae*, которые в значительной степени являются представителями друг друга”.^[50] Огромные Д'Юрвиллеи и саркофикусы в Антарктическом океане представляют собственно гиманталии и фукусы на севере, а цистозейры и халидрии северных морей представлены Блосс-виллеями и скитоталиями на юге.

Листок *Himanthalia lorea* представляет собой шишечку высотой около дюйма, чем-то похожую на маленький гриб; постепенно верхушка шишечки опускается, и листок приобретает чашевидную форму. На второй год роста он выбрасывает из своей центральной части коробочки в форме ленты длиной от двух до трех футов и шириной в шестую часть дюйма; они слизистые, раздвоенные и полностью покрыты плодами. Настоящая ветвь иногда становится полой и раздувается в виде пузыря. Это уникальное растение, произрастающее на наших побережьях, простирается от Норвегии до Испании. У Д'Юрвиллеи, ее представителя в южном полушарии, листья и цветонос объединены, поскольку растение крупных размеров имеет двустворчатые листья десяти футов длиной и дюйма или более в ширину. Их поверхность украшена большими полостями, похожими на пчелиные соты, а заключенный в них плод состоит из антеридий и булавовидных зародышевых клеток с четырьмя спорами в каждой. Эти растения составляют значительную часть растительности, а также живых водорослей, окружающих Фолклендские острова и мыс Горн; они распространены и в Западном Чили, где бедняки готовят из них сладкий слизистый суп. *Sarcophycus rotatorum*, единственный вид в своем отряде, близок к *D'Urvillae* по строению плодов и назван так из-за кусочков его листьев, используемых для переноса воды. Многие другие оливково-зеленые водоросли характерны для южного полушария — среди них *Hormoseira*, у которой листовка, поначалу ровная и нитевидная, раздувается так, что образуются монилиформные цепочки пузырьков, части которых по длине шероховаты отверстиями щупалец; у этого растения воздушные сосуды, похожие на пузыри, образованные вздутыми частями листка, как у многих наших *Fucaceae*.

Те роды, которые имеют отдельные органы, содержащие воздух, такие как саргассовые, которых существует множество видов, произрастают либо в низких широтах, либо в тропиках, но иногда их относят течением к внетропическим берегам. Однако саргассум обыкновенный растет на скалах в Средиземном море. Все растение полупрозрачное, красновато-коричневого

цвета; стебель имеет очередные ветви, несущие ланцетные зазубренные листья со средней жилкой и обычно усеянные темными порами. Воздушные сосуды представляют собой маленькие полупрозрачные круглые шарики размером примерно со смородину, расположенные на плоских черешках в пазухах ветвей, а споры находятся в оболочках, расположенных на веточках чуть выше воздушного сосуда. У одной разновидности этого самого изменчивого растения, Ува ди маре, главный стебель заканчивается рыхлым пучком этих маленьких воздушных шариков.

Sargassum bacciferum часто встречается в Средиземном море, но только как странник, занесенный сюда из Атлантики, где его массы, подобно плавучим лугам, занимают территорию к западу от Азорских островов, равную по площади Франции, которая никогда не меняла своего положения со времен Колумба из-за окружающих течений. Его месторождения покрывают моря вблизи Багамских островов, а другой постоянный ареал саргасса большой протяженности находится в Южной части Тихого океана. *Sargassum bacciferum* бледно-полупрозрачного оливкового цвета, с разветвленными стеблями, с ланцетными, со срединными и зубчатыми листьями, лишенными пор, и маленькими воздушными шариками на черешках в пазухах ветвей. Одна и та же особь постоянно производит новые ветви и листья и, таким образом, умножает свой вид, но она никогда не приносит плодов; следовательно, ее повадки в точности напоминают повадки *Macrocystis*, и поскольку это растение отделяется и плавает после плодоношения, предполагается, что *Sargassum bacciferum* может расти на скалах на дне Атлантики, между параллелями сорока градусов к северу и югу от экватора, а после плодоношения его равномерно относит к определенным местам, которые никогда не меняются. "Размножение на плавучих зарослях саргасса и макроцистиса происходит настолько быстро, что делает плодоношение ненужным; и даже обыкновенный пузырчатый фукус встречается в Средиземном море в особой форме, полностью состоящей из образцов, полученных из морских водорослей, занесенных течением, которое направляется в Средиземное море из Атлантики".^[51]

Водоросли, зола морских водорослей, являются коммерческим источником йода. Большая часть этого вещества содержится в водорослях, растущих на большой глубине; следовательно, ламинария, выращиваемая на Гернси, состоящая в основном из золы *Laminaria digitata*, богаче йодом, чем в других местах.

Морская растительность меняется как по горизонтали, так и по вертикали в зависимости от глубины, и, по-видимому, это общий закон для всего океана, согласно которому солнечный свет и растительность исчезают вместе. Следовательно, это зависит от силы солнца и прозрачности воды; так что различные виды морских водорослей обитают на разных глубинах, где вес воды и количество света и тепла подходят им наилучшим образом. Одна большая морская зона расположена между отметками прилива и отлива и варьируется по видам в зависимости от характера побережий, но демонстрирует сходные явления по всему северному полушарию. В Британских морях эта зона простирается не глубже тридцати морских саженей, но она разделена на две отдельные провинции, одну на юге, а другую на севере. Первая включает южное и восточное побережья Англии, южное и западное побережья Ирландии и оба канала; в то время как северная флора ограничена шотландскими морями и прилегающими побережьями Англии и Ирландии. Вторая британская зона начинается у отметки низкой воды и простирается ниже нее на глубину от семи до пятнадцати морских саженей. Здесь растут огромные заросли морских водорослей или морские леса, смешанные с фуци, и обитает множество животных. Кораллоподобная морская водоросль - последнее растение этой зоны и самое низкое в этих

морях, где она не опускается ниже глубины шестидесяти морских саженей; но в Средиземном море она встречается на глубине семидесяти или восьмидесяти морских саженей и является самым низким растением в этом море. Тот же закон царит и в Бискайском заливе, где одна группа морских водорослей никогда не встречается ниже двадцати футов под поверхностью, другая - только в зоне от пяти до тридцати футов, третья - от пятнадцати до тридцати пяти футов. В этих двух последних зонах они наиболее многочисленны; на большей глубине виды продолжают изменяться, но их численность уменьшается. Профессором Э. Форбсом было обнаружено, что распространение в Эгейском море совершенно аналогично, за исключением того, что растительность отличается и простирается на большую глубину в Средиземном море, чем в более северных морях. Он также заметил, что морские водоросли, растущие у поверхности, более ограничены в своем распространении, чем те, что растут ниже, и что что касается растительности, то глубина соответствует широте, как и высота на суше. Таким образом, флора на больших глубинах теплых морей представлена родственными формами в более высоких широтах. Есть все основания полагать, что одни и те же законы распределения преобладают не только во всем океане, но и в каждом море.

РАЗДЕЛ III.

ГРИБЫ.

Грибов чрезвычайно много. Было описано не менее 2000 самых высоких и заметных из этих растений; описано гораздо больше; множество тех, кто населяет жаркую зону, неизвестно; а микроскопические и паразитические племена неисчислимы. Хотя, за некоторыми исключениями, грибы полностью состоят из клетчатки, они напоминают животных по дыханию и химическому строению. Они содержат больше азота, чем любая другая криптогамия, и получают его главным образом из своей пищи, которая состоит из живых, мертвых или разложившихся веществ животного и растительного происхождения. Они вдыхают кислород и выдыхают углекислый газ, так что в них никогда не образуется настоящий хлорофилл. Нет растений, более зависимых от тепла и влаги; многие выполняют все жизненные функции и размножение независимо от света, предпочитая солнечному свету темные и тенистые места.

Грибы образуют две основные группы, различающиеся по способу плодоношения. В более высокой группе, *Sporiferi*, гриб продуцирует голые споры, одиночные или составные, с помощью которых он может размножаться. У низшей группы, *Sporidiiferi*, плодоношение состоит из споридий, заключенных в отдельный мешочек. К спороносцам относятся следующие отряды: гименомицеты, гастеромицеты, кониомицеты и гифомицеты. К спороносным относятся аскомицеты и физомицеты. Теперь мы можем перейти к изучению этих различных групп.

Наиболее важным семейством грибов, без сомнения, являются гименомицеты, виды которых намного превосходят все остальные по богатству окраски и красоте формы. В этой группе гимениум свободен и в основном обнажен. Он состоит из шести отрядов, из которых первое место занимают агарисцины. Один только род *Agaricus* включает 1000 различных видов, которые

принимают столько же различных форм и окрасов, лишь с незначительными изменениями вещества, и по количеству видов он превосходит все другие известные родовые группы.

Кампестрис, или обыкновенный гриб, относится к этой обширной группе; он состоит из двух различных частей: питательной и репродуктивной. Питательная часть - это мицелий, или грибная икра садоводов, которая напоминает массу нитей белого паука, перемешанных в неразрывной путанице, и некоторое время выполняет все функции растения. Мицелий может существовать годами, не принося репродуктивной части, но плод никогда не может быть произведен без икры. Сам гриб, который вырастает из икринки, является плодоносящей частью, в которой образуются и созревают споры. Его отличает своего рода шляпка, называемая пилеусом, поддерживаемая стеблем. Пилеус выстлан рядом жаброобразных пластинок или ламелей, расходящихся от общего центра; это репродуктивные органы, в которых споры образуются в результате образования свободных клеток, процессу, которому всегда предшествует концентрация вещества внутри родительской клетки, которая затем делится на столько ядер, сколько должно быть спор. У высших грибов количество образующихся таким образом спор определено; у мухоморов они располагаются группами по четыре штуки на конце стебля, вырастая из верхушек этих репродуктивных жабр. Большая часть мухоморов поднимается из земли без какого-либо покрова; ворсинка или шляпка может иметь все разновидности, от гладкой полированной поверхности до волосков или мохнатых чешуек, но некоторые из более высокоорганизованных имеют общую оболочку, или вельву, которая покрывает все растение и, лопаясь в конце концов, оставляет после себя некоторые следы. В других случаях пилеус сначала покрывается волокнами, которые исчезают или оставляют следы по его краю, образуя вуаль или занавес. У некоторых к ножке прикреплена мембрана, которая либо соединяется с вольвой, либо в молодом возрасте распространяется под жабрами, и, когда она более или менее устойчива, называется кольцом.

Икра, которая является самым ранним продуктом образования споры, имеет большое разнообразие форм. Иногда она нитевидная, иногда трубчатая, широко стелющаяся или сконцентрирована в виде войлочной массы, развита слабо или производится в изобилии. Кроме того, она развивается в самых разных ситуациях, которые часто трудно обнаружить. Плодоношение очевидно только в бесчисленных формах, которые столь же быстры в своем росте, сколь и по большей части эфемерны в своей продолжительности. Известно, что некоторые виды за одну ночь покрывают несколько квадратных дюймов поверхности; однако растение часто далеко развивается, прежде чем появляется над землей. Некоторые опять легче всего растут после гроз и обильных дождей; некоторые виды всегда единичны; другие растут плотными скоплениями; в то время как у некоторых видов наблюдается тенденция к круговому расположению, и это не только тогда, когда икра многолетняя, но и когда все существование гриба ограничено несколькими днями или неделями.

Масса икры не всегда образуется одной спорой, а совокупностью спор, откуда она распространяется во всех направлениях и образует общий пояс. У *Agaricus arvensis*, *Marasmius Oreades* и др. Он распространяется по кругу и приносит плоды; и по мере того, как он продолжает распространяться, тот же процесс происходит по каждой окружности. Таким образом образуются Волшебные Кольца, которые так часто можно увидеть на пастбищах. Кольца фей иногда имеют очень древнюю дату и достигают огромных размеров, так что их отчетливо видно на склоне холма со значительного расстояния. Считается, что они происходят от одного гриба, рост которого делает почву непосредственно под ним непригодной для его

размножения. Икра, однако, распространяется повсюду и на второй год дает урожай, икра которого снова распространяется наружу, поскольку почва позади нее препятствует ее возвращению в обратном направлении. Таким образом, круг постоянно увеличивается и продолжается бесконечно, пока какая-нибудь посторонняя причина не разрушит его. Навоз, образующийся из отмерших грибов прошлых лет, придает траве густоту вокруг, так что круг становится видимым даже тогда, когда гриба нет снаружи; и контраст часто тем сильнее, что тот, что находится непосредственно за ним, погибает от старой икры. Этот способ роста гораздо более распространен, чем предполагается.

Глубина, на которую проникает икра, и скорость ее роста даже в самой твердой древесине при воздействии влаги поражают воображение. Встречаются случаи, когда возбудитель сухой гнили проникает не только в древесину, но и в прочные конструкции из кирпича. Он преодолевает огромное сопротивление.

Роды агарицин различаются по веществу; некоторые из них почти одревесневшие, другие кожистые или жесткие, иногда они нежные и расплывчатые, и хотя большинство из них полностью состоят из клеточной ткани, лактарии и сыроежки составляют замечательные исключения, поскольку в их клеточной структуре присутствуют латифицирующие сосуды. Эти сосуды есть во всех частях растений, особенно в жабрах, где они выделяют жидкость при малейшем прикосновении. У сыроежек он водянистый; но у лактариев, у которых он либо мягкий, либо едкий, в зависимости от вида, он также разного цвета, который иногда меняет свой оттенок под воздействием воздуха, вероятно, из-за озона. Во всех грибах содержится небольшое количество ядовитого вещества, и его количество у любого данного вида крайне неопределенно, так что один и тот же гриб, который можно безопасно употреблять в пищу в одной стране, вреден в другой.

В темных угольных шахтах Дрездена светящиеся грибы покрывают крышу и колонны самым ослепительным фосфоресцирующим светом, который усиливается с повышением температуры в шахте. *Agaricus Gardneri*, вид, паразитирующий на пальме Пинтадо в Бразилии, обладает высокой светимостью; и *Agaricus olearius* на юге Франции также обладает этим редким качеством. Жабры под pileusом светятся так же ярко, как у светлячка, в темных щелях оливковых стеблей в ноябре и декабре. М. Туласне обнаружил, что свет гаснет в вакууме или в газах, не пригодных для дыхания, откуда он делает вывод, что это происходит из-за медленного сгорания без нагрева, возникающего в результате химического сочетания кислорода атмосферы, вдыхаемого грибом, с веществом, свойственным растению.

У некоторых мухоморов клетки так соединены жилками или боковыми ответвлениями, что приобретают вид пор, как у Шантарелле, сладко пахнущего гриба лимонного цвета, жабры которого переходят просто в жилки, а его нижняя плодоносящая поверхность почти ровная и однородная, так что она образует связь между мухоморами и полипорями, наиболее обширным отрядом высших грибов, существенно отличающихся наличием множества пор на гладкой нижней поверхности ворсинок вместо жабр. Поры, как правило, мелкие; у некоторых видов они шестиугольные и настолько большие, что похожи на пчелиные соты. В целом, они представляют собой устья ячеистых трубок, плотно прилегающих друг к другу или более тесно соединенных, иногда легко разделяемых, иногда неразделимых. Они составляют плодоносящую поверхность или гимениум гриба и содержат споры. Такая структура придает ворсинкам густой, тяжелый вид, и большое разнообразие характеристик; кроме того, само

вещество различается по плотности и цвету. Ножка также может быть длинной или короткой, иногда вообще отсутствовать, когда ворсинка или шляпка прикреплены к поверхности, на которой растет гриб. Рост отдельных грибов, будь то полипореи или мухоморы, является центробежным, то есть они распространяются из центра ворсинки, как у *Polyporus fraxineus*, который поражает каждую палочку и травинку, с которыми он встречается, по мере увеличения диаметра и продолжает увеличиваться годами, пока иногда не достигает ярда в поперечнике.

Плодоносящая поверхность у высших грибов по существу отвернута от света, однако, хотя у многих низших мухоморов она находится сверху и открыта, тенденция к плодоношению с нижней стороны такова, особенно у полипореев, что при изменении положения растения гимений, или плодоносящая поверхность, постепенно стирается и с другой стороны образуется новая.

Полипореи в изобилии встречаются в тропических лесах, но их виды встречаются во всех широтах. Высшие грибы более или менее многочисленны в лесах повсюду, и каждый род деревьев, по-видимому, имеет один или несколько видов грибов, характерных для него самого. Болети, род полипореев, которые представляют собой толстые мясистые грибы различных форм и по большей части ярко окрашенные, растут под деревьями в зонах умеренного климата, иногда на видных кругах. Когда срез боровика красного, синюшного или других видов подвергается воздействию воздуха, белая мясистая часть приобретает синий оттенок в результате воздействия озона на ацетат анилина, который, как было установлено доктором Фипсоном, является составной частью этих грибов. Согласно М. Дютроше, подосиновик энейский выделяет больше тепла, чем любой другой овощ, за исключением арума.

Полипореи уничтожают гниющие деревья и древесину, а *Merulius lacrymans*, или обыкновенный домашний грибок, поражает и вызывает гниение ранее здоровой древесины. Шляпка большая, мясистая, губчатая и влажная, но нежная и бархатистая с нижней стороны, с широкими пористыми зубчатыми складками. Растение желтое с белым ворсистым краем. Он растет по кругу, и его мицелий притягивает влагу из атмосферы, которая каплями стекает с ворсинок. Гниение древесины, вызванное атаками этого вредного грибка, называется сухой гнилью.

Четыре основных подотряда гименомицетов, или высших грибов, имеют шляпку, или пилеус, и нижнюю плодоносящую поверхность, характеризующуюся жабрами, порами или бугорками, и соединены промежуточными видами; но два других подотряда совершенно разные. Клаварии - это булавовидные, прямостоячие, ветвящиеся грибы, плодоношение которых окружает самый верхний конец некоторых стеблей. Лучшие виды растут в швейцарских лесах, где являются пищевым продуктом; некоторые съедобны в Британии, но меньшего размера.

Тремеллины состоят из растений, образующих студенистую массу ярко-оранжевого, пурпурного или темно-коричневого цвета, которую можно увидеть на гнилых палочках в живых изгородях и в виде огромных масс, напоминающих извилины мозга животного, на пнях мертвых деревьев или у основания живых. В основном это растения умеренного климата, но *Exidia Auricula Judæ*, или еврейское ухо, универсальна. У всех грибов есть мицелий, но в таком порядке это не заметно. Структура плода, определенная микроскопическими наблюдениями мистера Беркли и М. Туласне, необычна. Плодоносящая часть очень обширна, находится самой верхней и распределена по поверхности желатиновой массы так, чтобы повторять все ее неровности. От этой плодоносящей поверхности отходят нити, несущие на своих концах шаровидные клетки, демонстрирующие концентрацию окрашенного вещества, обычно разделенного на четыре

доли, а от верхней поверхности этих шаровидных тел отходят несколько гибких нитей, несущих на своих кончиках тарелкообразные споры.^[52]

В предыдущем семействе (гименомицеты) плодоносящая поверхность имеет свободный доступ к воздуху, но в группе гастеромицетов, которая состоит из пяти или шести подотрядов, она не имеет доступа ни к воздуху, ни к свету до созревания плода, поскольку плодоношение заключено в кожуру из одного или двух слоев и прорастает без ножки из студенистого нитевидного или ячеистого мицелия. Наиболее важная группа, *Trichogastres*, включает слоеные шарики, которые растут на земле. Из них хорошо известен ликопердон, встречающийся повсюду на пастбищах и лугах. В молодом возрасте он покрыт молочно-белой оболочкой, заполненной плотно упакованными клетками, некоторые из которых несут обнаженные споры, расположенные на спикулах. При созревании вся внутренняя часть исчезает, не оставляя ничего, кроме массы нитей и плодов; оболочка становится коричневой, сверху раскрывается и выпускает облако микроскопических спор, похожих на мельчайшую пыль. Как правило, шарик сидячий или у него есть только зачаток ножки. Гигантский ликопердон, чрезвычайно крупный вид, произрастает в теплом климате. Верхушки некоторых разветвленных нитей гимениума набухают в грушевидные ячейки, увенчанные короткими спикулами, заканчивающимися спорами; в молодом виде он съедобен, в сухом виде используется как трут и кровоостанавливающее средство, а при воспламенении его пары обладают свойством, сходным с свойством хлороформа. Батарея представляет собой контраст с обычными слоеными шариками, поскольку крепится на ножке высотой иногда в полтора фута. Он имеет несколько слоев, покрывающих густое студенистое вещество, в котором нити, несущие споры, отчетливо спиралевидны и плотно закручены.

Подотряд *Hurogæi* находится под землей, как следует из названия. Внешняя оболочка этих грибов неотделима от внутреннего вещества, которое по большей части мясистое. У некоторых видов она сухая, у других изобилует млечным соком; но у всех плодов образуются углубления, вырытые во внутренней массе. У некоторых видов эти полости пересекаются нитями, и у многих видов споры скапливаются в таких количествах внутри полостей, что гарантируют, что спикулы, на которых находятся споры, будут давать последовательные урожаи. Они высвобождаются при разрыве кожуры. Вид рода *Melanogaster*, распространенный на юге Англии, съедобен и продается как красный трюфель из Бата; но он намного уступает настоящему трюфелю.

Отряд *Phalloidei* имеет булавовидную или шаровидную головку, состоящую внутри из крупных ячеек, смешанных с плодоносящими полостями. Эта головка покрыта оболочкой, состоящей из желе, заключенного между двумя разнородными слоями. Вся внутренняя оболочка гриба расслаивается, превращается в слизь и капает с внешней оболочки темными каплями с микроскопическими спорами. Цвет этих грибов часто красив, но их запах крайне отвратителен, загрязняя воздух на значительном расстоянии; однако студенистая вельва более чем одного вида — илеодиктиона — употребляется в пищу новозеландцами под названием громовая грязь, а фаллос Мокусин является пищевым продуктом в Китае.

Некоторые виды этих грибов на ранних стадиях развития имеют рудиментарный стебель, но он заполняется глубокими ямками или впадинами и внезапно приобретает огромное развитие, когда растение приближается к зрелости. Сначала полости сильно сжаты, но по мере увеличения стебля они приобретают более круглую форму, пока, наконец, их вертикальный наклон не становится настолько сильным, что оболочка или полость гриба разрывается, что

может быть вызвано только очень сильным усилием. Более того, стебель прикреплен к основанию таким узким концом, что растение не могло бы оставаться прямостоячим, если бы не трубки вельвы, которые сжимаются на стебле и действуют как поддерживающая сила. Таким образом, эти отвратительно хрупкие растения представляют собой поразительный пример механической силы, проявляемой растительной материей.

Миксогастры - аномальная группа грибов, которые часто появляются в виде черных или цветных пятен на опавших листьях и ветках. Иногда их мицелий или икра крупная и бросается в глаза, как у *Reticularia maxima*, которая наводняет огуречные грядки, закупоривая дыхательные поры и убивая растения. Виды этих грибов встречаются на минеральных и растительных субстанциях, мертвых и живых, и один и тот же вид произрастает на растениях с очень разным родством, так что их питание зависит от атмосферы, а не от их матрицы. Подобно слоеным шарикам, они заканчивают свою жизнь в виде мириадов микроскопических пылевых спор, но начинают ее в виде студенистой массы, иногда сверкающей, как драгоценный камень, с металлическими оттенками золота, серебра, стали или меди.

Студенистая или кремообразная слизь, из которой состоят эти грибы, образует мицелий, который либо рассеян, либо расплзается по матрице, на которой он растет, в виде анастомозирующих нитей наподобие сети, либо расположен без какого-либо определенного порядка. Эта икра дает начало множеству телец, имеющих оболочку из одной или нескольких концентрических мембран, технически называемых перидием, заключающих студенистое плодородное вещество, которое при созревании превращается в массу чешуек или нитей, смешанных со спорами; споры в основном прикрепляются к коротким нитям поодиночке или группами, иногда окружены плотной оболочкой или кистой. Эти тельца либо сидячие на мицелии, либо со стебельками, либо свободные, либо сливающиеся. В своем мягком состоянии ткани настолько нежны, что не проявляют никакой структуры, но как только они переходят из отечного состояния в сухое пыльное, появляются признаки этого.

Было бы утомительно описывать разнообразие форм, которые принимают плодоносящие тела у различных родов этих грибов, или способ, которым они разрываются для выхода спор, которые различаются по цвету в зависимости от вида, хотя по большей части они красные. Формы чешуек и нитей зяблика столь же разнообразны: у видов *Trichia* нити содержат одну или несколько спиральных нитей - форма, характерная для растительного царства.

Ботаники в настоящее время в целом придерживаются мнения, что миксогастры - это овощи, хотя необычные движения, похожие на амбу, которые некоторые из них демонстрируют, и природа производимых ими подвижных тел, по-видимому, отводят им место в животном царстве; действительно, даже сейчас мало что известно о размножении и окончательной истории жизни этих необычных грибов.

Движения, в точности аналогичные движениям амфибий, низшего класса животных, наблюдал М. Хоффманн и Туласне, и особенно М. де Бари,^[53] в *Ethalium septicum*. Это желтая мясистая масса, образующаяся на зародыше или мицелии, состоящем из полужидких студенистых анастомозирующих нитей, часто широко распространяющихся по влажному грунту в теплицах.

М. де Бари описывает нити мицелия как состоящие из множества мелких бесцветных частиц, смешанных с крупными желтыми; более того, ветви этой слизистой сети описываются как постоянно меняющие свою форму, что очень напоминает псевдоподии Амбы животного

происхождения. Они выталкивают новые ветви, другие удаляются, и весь мицелий часто продвигается ползучим движением перемещения. Желтая мясистая масса, образуемая мицелием, полностью состоит из похожих по строению мягких нитей толщиной примерно с щетинку, тесно переплетенных между собой. Они анастомозируют во всех направлениях, образуя длинные или короткие сетки, а их верхние свободные концы образуют группы выступов, которые щетинятся на внешней поверхности мясистой массы.

Когда эта масса собирается образовать споры, все неровности на ее поверхности удаляются и заменяются ярко-желтой сетью неправильно переплетенных нитей, которая образует оболочку внутренней спорообразующей части, состоящую из белой центральной жидкости или плазмы, содержащей бесчисленное множество бесцветных гранул. Обе эти части образуются за счет нитей, которые разлагаются, желтые гранулы впитываются в оболочку, в то время как бесцветные гранулы удаляются вместе со студенистым веществом к центру, образуя плазму, которая является плодоносящей частью. Прозрачные шаровидные клетки, содержащие ядра, образуются одновременно в каждой точке плазмы, вокруг каждой из которых уплотняется часть зернистого вещества; оно приобретает темно-фиолетовый цвет и образует споры, таким образом образуются мириады мелких, как пыль, клеток. Вся плазма поглощается спорами, за исключением очень небольшого количества, которое образует нити, смешанные со споровой пылью. Согласно М. де Бари, полное развитие *Ethalium*, с того момента, как он появляется над загаром в теплице с высокой температурой, до созревания спор, завершается примерно за пятнадцать часов. Поэтому скорость роста этого гриба поражает. М-р Беркли упоминает, что его масса длиной в два фута, образованная из множества слившихся особей, образовалась на куске железа, раскаленного докрасна двенадцать часов назад, — доказательство среди многих других метеоритной природы этих грибов, поскольку атмосфера обеспечивает их достаточным запасом пищи.

Движения пластичного вещества, содержащегося в пылевидных спорах *Ethalium septicum*, демонстрируют аморфные движения того же характера, что и его мицелий. Ибо, когда месье де Бари поместил зрелые споры этого гриба в воду, их кожица лопнула, и пластичное зернистое вещество высвободилось в виде связной шаровидной массы без какой-либо внешней оболочки. Эти шаровидные тельца демонстрировали амба-подобные изменения формы; отростки выдвигались, а затем втягивались, пока, наконец, не приняли вытянутую цилиндрическую форму, округлую с одного конца, продолжающуюся на переднем конце в длинную ресничку, с помощью которой они конвульсивно поворачивались вокруг своей оси. В то же время часто наблюдалось попеременное расширение и сжатие вакуолей на круглом конце. В конце концов эти тельца потеряли свою середину и, наконец, разделились на две равные части, каждая из которых претерпела те же изменения, что и первичная глобула, и в конце концов приняла реснитчатую активную форму. Помимо этих активных телец, были и другие, у которых никогда не появлялись реснички. Подвижные тела были также обнаружены М. Хоффманом у других видов этих грибов; не может быть сомнений, что они являются либо зооспорами, либо имеют ту же природу, что и угревидные подвижные тела у некоторых водорослей; возможно, тела, которые никогда не обрастают ресничками, могут быть зародышевыми клетками. В отношении миксогастр все еще много неясного, поскольку происхождение их мицелия неизвестно, в то время как у всех других грибов мицелий или икра образуются в результате прорастания спор. Спиральные сосудики, обнаруженные в нитях трихии, доказывают, что представители этого уникального семейства действительно являются

овощами. Профессор Фриз помещает географический максимум, или центр, в умеренный пояс, но разные виды встречаются от Новой Зеландии до высоких северных широт.

Нидуляриевые представляют собой прекрасный отряд этого семейства грибов. Растения в точности похожи на птичье гнездо с яйцами, иногда со стеблем, иногда без. Сначала гнездо или чашечка покрывается несколькими слоями, которые либо раскрываются в виде звездчатой или неправильной формы, либо при отрыве маленькой крышечки; затем обнажается углубление чашки или гнезда, и на дне видны один или несколько спорангий, то есть споровых коробочек, часто погруженных в желе и либо свободных, либо прикрепленных к гнезду эластичной нитью. Сначала споровые оболочки представляют собой компактную круглую массу, но впоследствии в центре образуется полость, а клетки, которые заканчиваются на стенках полости, несут споры на своих кончиках. При созревании споровые оболочки выбрасываются с помощью упругой силы. Сила, с которой выбрасывается спорангий вида *Sphaerobolus*, пропорционально намного превышает силу, с которой вылетает скорлупа из большой ступки; этот гриб иногда растет во влажных теплицах.^[54] Многие нидулярии широко распространены, но лучше всего они процветают в теплом климате.

Внутренняя структура и плодоношение высших грибов по большей части микроскопичны, но бесчисленная масса низших грибов сами по себе невидимы невооруженным глазом, питаясь всеми видами растительных и животных веществ, мертвых, живых, свежих или гнилых. Они растут на разложившемся льне, фланели, коже и даже на металлических и ядовитых растворах. Они выделяют мириады мельчайших спор, разносящихся при каждом дуновении ветра. Они парят в воздухе, которым мы дышим, ища пристанище во всем, что могло бы обеспечить их подходящей пищей. Едва ли найдется место на земле, где не было бы этих мельчайших спор, и, будучи неразрывными, они ждут, когда упадут, роста или разложения подходящего им растения или животного. Как паразиты они наиболее разрушительны, вызывая распад, болезни и даже смерть как у овощей, так и у животных.

Именно мицелий или икра наносит вред, снабжая гриб пищей за счет жертвы. Споры *Botrytis Bassiana* находят очаг в дыхательных порах, которые открываются в трахею шелкопряда; они развивают свой мицелий в дыхательных трубках, которые вскоре заполняются; затем он проникает в жировое вещество под кожей, которое питает червя в состоянии покоя, и, как только это вещество истощается, жертва умирает.

Осенью обыкновенную муху, хотя и совершенно мертвую, можно увидеть прилипшей ко многим частям комнаты, особенно к оконному стеклу, как если бы она была живой. В этом состоянии он всегда окружен ореолом диаметром около дюйма из беловатой пыли, состоящей из спор *Empusa Muscae*, или мухоморного гриба. Тело мухи сильно раздуто, кольца ее брюшка разделены из-за роста мицелия изнутри, и после того, как все содержимое тела было съедено паразитом, не остается ничего, кроме полый оболочки с тонким, похожим на войлок слоем переплетенного мицелия бесчисленных грибов, поскольку мухомор размножается внутри насекомого с поразительной быстротой. М-р Беркли считает, что мухомор - это просто состояние или фаза одной из тех аномальных плесеней, которые растут на мертвой рыбе, делая их заметными, когда они плавают на поверхности воды, по виду. туманный ореол, который их окружает. Различные виды грибов-паразитов могут существовать одновременно. Доктор Лейди обнаружил разновидность в желудке *Passalus cornutus*, жука, который питается гнилой древесиной. Грибы не нападают на плотоядных жуков.

Человек не свободен от этих паразитов. Четырнадцать различных видов грибов были открыты мистером Хоггом при таком же количестве кожных заболеваний. Не может быть ни малейшего сомнения в том, что кожное заболевание вызвано инокуляцией грибами; достаточно просто втирать определенные виды в кожу. Грибки вызывают облысение, закрепляясь на корнях волос и разрушая внутреннюю структуру луковицы. Наши глаза не защищены от нападений этих паразитов, так как при проведении операции на больном глазу доктор Ганновер обнаружил в нем несколько видов грибов; один из них был шаровидным и сильно преломлял свет. Существует грибок, состоящий из четырех-шестидесяти четырех клеток, объединенных в квадратные группы, который поражает желудки людей и животных даже в здоровом состоянии; но хотя грибы вызывают определенные кожные заболевания, пока нет доказательств, что лихорадка, холера или любая другая эпидемия вызваны спорами грибов, которые мы вдыхаем из атмосферы.

Семейство кониомицетов состоит из шести групп, две из которых паразитируют на живых овощах, остальные четыре растут на мертвых, разлагающихся или отмирающих. Это микроскопические растения, и их мицелий нитчатый или везикулярный, часто устаревший; отходящие от него короткие нити несут на своих кончиках либо перегородчатые споры, либо споры, похожие на мелкую пыль, заключенные в овальные или бутылкообразные футляры, называемые перитециями, или в ячейки, соединенные в одну ячейку, как ожерелье из бусин. Мы в основном обязаны М. Туласне и его брату за неясную и необычную историю жизни этих грибов.

Паразиты на живых растениях образуют две обширные группы эпифитов и энтофитов. Эпифиты плодоносят на поверхности растения, в то время как их мицелий проникает во влажную структуру его внутренней части, которая питает их. Эти грибы подвержены поражению всех частей тела; они могут внедрять свой мицелий в листья, стебель, цветки, тычинки, пыльники и саму сердцевину семян. Мицелий обычно однолетний, но иногда он бывает многолетним и оставляет урожай грибов из года в год; он разрушает ткани растения, которым питается, и деформирует или убивает его. Иногда хлорофилл в листьях окисляется и становится желтым под воздействием кислорода, который поглощает паразит.

Энтофиты, которые составляют вторую группу паразитов на живых растениях, образуют микроскопические скопления внутри листьев и нежных побегов, единственным признаком их существования является пятно белого, красного или оранжевого цвета, которое обычно становится черным или коричневым, когда гриб достигает зрелости. По-видимому, одна и та же особь этих энтофитов может принимать две или более различных формы в течение своей жизни и приносить два или более совершенно непохожих типа плодоношения. Из них много примеров дают подотряды пуччиниевых и урединовых.

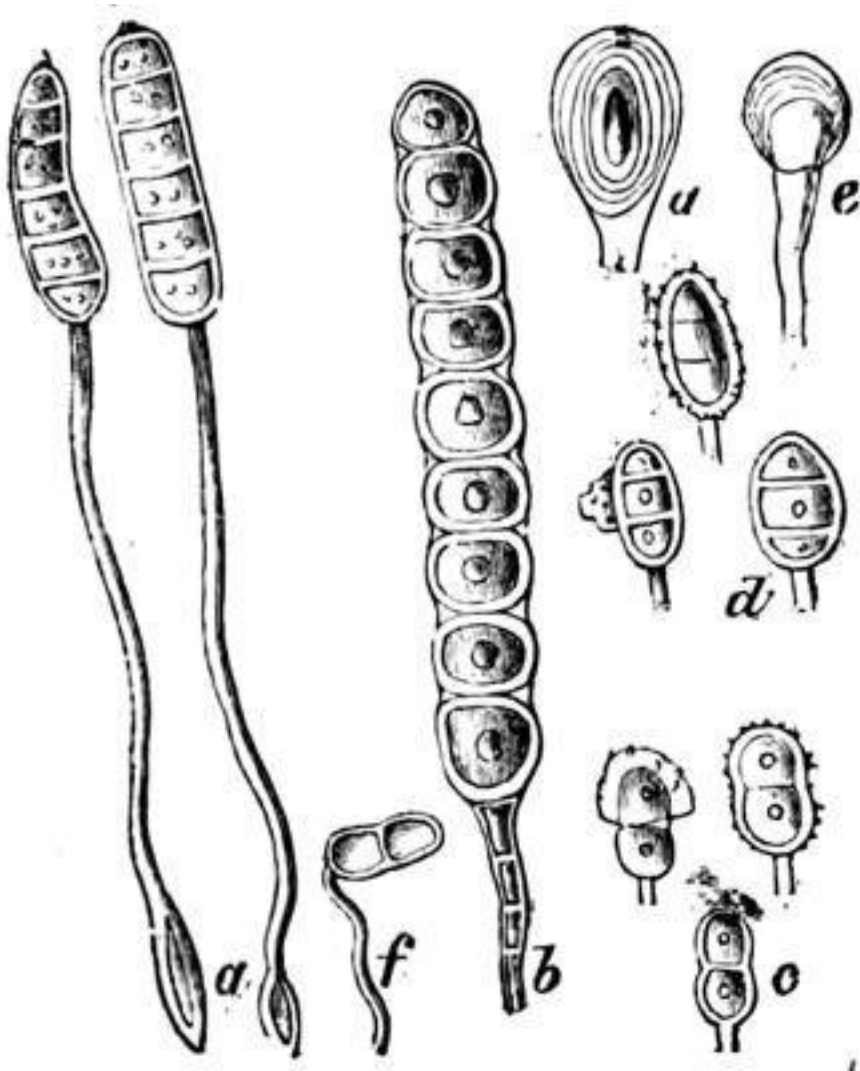


Рис. 32. Пуччинии:—*a*, *Aregma speciosum*; *b*, *Xenodochus paradoxus*; *c*, *Puccinia Amorphae*; *d*, *Triphragmium dubens*; *e*, молодые споры неизвестной пуччинии; *f*, *Puccinia lateripes*.

На рис. 32 представлены различные виды пуччиний, которые состоят из нити, заканчивающейся булавовидными или удлинёнными клетками, называемыми *asci*, содержащими определенное или неопределённое количество перегородчатых конидий или клеток споровой пыли. Каждый отряд растений, таких как розоцветные, имеет свою собственную форму этих энтофитов. В ткани листа розы, непосредственно под ярко-золотистым поверхностным пятном, М. Tulasne обнаружил две различные формы грибов, живущих вместе в небольшой полости. Формы были точь-в-точь как у пуччинии и Уредо. Пуччиния состояла из короткой бесцветной ножки, заканчивающейся булавовидной ячейкой, содержащей две конидии, или споровые клетки. Эти грибы были скоплены во множестве на небольшом пространстве так, что образовывали сплошную округлую массу, с их широкими верхушками непосредственно под кожей верхней стороны листа, но иногда они располагались концентрическими кругами. Уредины, напротив, имели бесцветные ветвящиеся стебли, похожие на нити, с заостренными споровыми мешочками на верхушках. У некоторых видов эти уредины рассеяны по массе пуччинии, у других расположены по кругу вокруг нее или в центре концентрического кольца, где пуччиния принимает такую форму. Долгое время считалось, что

эти две формы грибов, живущие вместе в одной полости, были совершенно разными растениями, но поскольку в различных случаях М. Туласне замечал, что Уредо прорастало, сбрасывало споры и исчезало до того, как его компаньон успевал созреть плод, он пришел к выводу, что две разные формы являются просто двумя состояниями одного и того же растения, что более крупные споры уредо, созревшие таким образом рано, немедленно прорастают и дают пучинию, чьи мелкие пылеобразные споры являются всего лишь вторичным плодом Уредо. Эти мельчайшие споры выходят через поры в конидиях, или пыльцевых ячейках, и проколы в верхней коже листа в воздух, откуда их мириадами разносит ветром; и, если не слишком поздно в сезон, они проникают в поры листьев и нежные части того же или других растений, которые могут им подойти, и внутри них образуют мицелий и дают молодую уреду. Даже если осенние листья опадут во влажном месте до того, как споры прорастут, энтофит будет расти с приближением весны и в конечном итоге отправит свои пыльные споры проникать в молодые листья и расти вместе с их ростом.

Хотя не может быть сомнений в существовании урединов как многочисленного природного семейства, М. Туласне считает виды определенных родов лишь вторичными формами определенных родов *Russiniae*. Многие из этих мельчайших грибов имеют плоды третьего и даже четвертого порядка; этот принцип максимально реализован в отряде *Sæotasei*. Эти энтофиты имеют нежный мицелий, который дает начало коротким или устаревшим плодородным нитям, заканчивающимся одиночными спорами или цепочками спор. Эти споры, прорастая, дают споры второго порядка; иногда они дают споры третьего порядка и так далее, вплоть до четвертого или пятого порядка. Растение всегда размножается последними и мельчайшими спорами. Целью последовательных отрядов, по-видимому, является уменьшение размера спор и увеличение их числа, чтобы они могли легче проникать в устья растений, на которых они живут, и легче и шире разноситься ветрами.

Установлено, что Уредо кандида, или Цистопус кандидатус, получивший свое название из-за белого пятна, которое он образует на листьях капусты и других овощей, продуцирует как женские, так и зародышевые клетки и сперматозоиды. Задолго до того, как на листе образуется белое пятно, присутствие обильной икры может быть замечено по вздутиям и деформациям на пострадавшем растении. Его нити, которые расползаются исключительно по межклеточным каналам клеточной ткани, являются трубчатыми, неодинакового диаметра, чрезвычайно разветвленными и всегда состоят из целлюлозы, либо толстостенной и студенистой, либо тонкостенной и мембранозной. От этого мицелия свисают маленькие нити, заканчивающиеся шаровидными пузырьками, содержащими почти однородное бесцветное вещество и, в конечном счете, водную жидкость; предполагается, что они прикрепляют мицелий к клеткам жертвы. Согласно исследованию м-ра Беркли, М. Туласне и других, ветви мицелия скапливаются в углублении непосредственно под белым пятном на коже листа пораженного растения. От этих ветвей отходят пучки булавовидных трубочек, направленных перпендикулярно к верхней поверхности листа и образующих пучок или небольшую подушечку различной протяженности. Вершина каждой из этих булавовидных трубочек образована конидием, или ячейкой споровой пыли, которая отделяется от находящейся под ней, принимая шаровидную форму. В верхнем конце остальных трубочек образуются новые ячейки споровой пыли, и так до бесконечности. Эти конидии остаются прикрепленными друг к другу в виде цепочки тонкими перетяжками, которые становятся все тоньше и, наконец, ослабевают сверху вниз, и они последовательно выходят через трещину в коже листа.

Количество спор, образующихся из плотной массы этих трубочек булавовидной формы, должно быть огромным.

У цистопуса есть женские репродуктивные клетки, которые ускользнули от внимания из-за того, что были спрятаны в пластике, который их питает. Они появляются перед клетками, содержащими спорную пыль, и образуются терминальными или интерстициальными вздутиями в трубочках мицелия, которые превращаются в большие овальные клетки, отделенные в конечном счете крышкой от остальной части трубки, в которой они находятся; они заполнены зернистой жидкостью, смешанной с крупными гранулами окрашенного жирового вещества. Кончики некоторых ветвей мицелия набухают в овальные или булавовидные клетки, содержащие сперматозоиды, которые оплодотворяют женские клетки; затем вещество внутри последних принимает шаровидную форму, покрывается оболочкой из целлюлозы и становится настоящим плодом цистопуса.

Еще в 1807 году М. Б. Прево увидел, что спорангии, или споровые клетки энтофитов, продуцируют зооспоры, а недавно М. де Бари увидел, как они образуются во время прорастания спор, собранных внутри спорангия цистопуса. Когда они заходили в воду, у них было две реснички, одна из которых была короткой и шла первой, другая была длинной и тянулась за зооспорой. Ни М. де Бари, ни М. Туласне никогда не видели зооспор в самом грибе, но если исследовать капли дождя или росы вокруг белого пятна на листе растения, то обычно обнаруживаются пустые спорангии и споры на разных стадиях развития.

Russinia Fabae, энтофит обыкновенной фасоли, имеет только одну спору в цилиндрической оболочке и считается идентичной *Uromyces appendiculatus*. Помимо мужских органов, подобных органам эцидиума, М. де Бари обнаружил, что у энтофита фасоли есть четыре вида репродуктивных органов, из которых только один воспроизводит исходную форму, в то время как другие представляют собой хорошо заметную смену поколений. Пуччиния образует проталлус, на котором возникают конидии, или клетки вторичной споровой пыли; эти вторичные споры образуют мицелий, на котором появляется эцидиум, чьи плоды оранжевого цвета дают начало Уредо, а пыльные споры уредо проникают в листья фасоли или гороха и вырастают в пуччинию. Все виды эцидий похожи друг на друга, и М. Туласне придерживается мнения, что они не составляют отдельного рода, но что, подобно многим урединам, они являются всего лишь вторичной формой какого-либо другого гриба и обитают в одной полости, как в случае с эцидиями кипарисовыми и *Uromyces scutellatus*, эцидиями лейкоспермными и анемонами пуччиниевыми и другими.

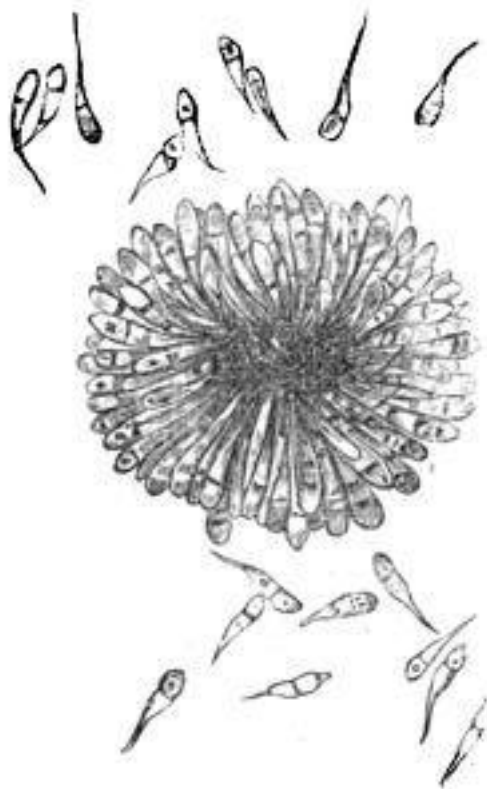


Рис. 33. Пуччиния злаковая.

В отряд Пуччиниевые входят как эпифиты, так и энтофиты. Мучнистая роса на пшенице вызывается *Puccinia Graminis* (рис. 33), которая поражает стебель растения и появляется на его внешней поверхности в виде круглого скопления грушевидных перегородчатых спор. Эти споровые оболочки образуются из нитевидного мицелия, нити которого вплетаются в мягкие ткани стебля пшеницы, а оплодотворяющие нити пробиваются через устьица на поверхность. Профессор Хенслоу доказал, что ржавчина, появляющаяся на листьях и шелухах пшеницы, возникает из-за *Uredo linearis*, вторичной формы *Puccinia Graminis*, и что ржавчина - это всего лишь более ранняя форма мучнистой росы; так что *Puccinia Graminis* является диморфным и эпифитным грибом. Может возникнуть вопрос, не является ли *Uredo segetum*, который уничтожает цветение пшеницы и превращает колос в порошкообразную массу, называемую головней, формой какого-либо другого гриба. Эпифиты отряда пуччиниевых часто появляются на внешней поверхности растений в виде пучков коричневых, желтых, оранжевых или белых спорангий.

Грибы широко размножаются фрагментами своей икры, и нити мицелия иногда уменьшают в толщине, чтобы им было легче проникать в устьица растения, в которое они вторгаются. Это было обнаружено мистером Беркли при исследовании прорастания спор банта, зловонной ржавчины, поражающей пшеницу и другие травы. Это совершенно аналогично уменьшению размера пылевых спор в последовательных порядках плодоношения. Считается вероятным, что у многих паразитических грибов новые споры образуются на кончиках плодоносящих нитей мицелия так же быстро, как опадают зрелые споры, откуда и возникает та огромная масса мельчайших спор, которую способна произвести одна особь.

Среди множества известных грибов-паразитов нет ни одного, который не образовывал бы более или менее отчетливый мицелий. Они не возникают из-за болезни растения, на которое они нападают, хотя в конечном итоге вызывают болезнь и часто смерть. У каждого паразита свой способ проникновения в ткани и свой образ вегетации; они нападают на определенные растения и избегают других, хотя и являются близкими родственниками.

Пыльные споры, одиночные или перегородчатые, выделяющиеся из темной или окрашенной грибной массы, характерны для группы *Melanconieae*, которая более примечательна в отношении способа плодоношения, чем любой из предшествующих кониомицетов, поскольку вместо того, чтобы последовательно принимать форму и плодоносить двух родов или двух порядков, растения последовательно принимают форму и плодоносят двух различных семейств.

Семейство гифомицетов получило свое название из-за своего нитевидного характера. Мицелий дает начало белым, темно-коричневым или ярко окрашенным нитям, простым или сложным, несущим на своих концах голые споры. Из них выделяют пять подотрядов и множество родов.

Подотряд *Isariaceae* состоит из четырех родов, обнаруженных на куколках мотыльков, на мертвых пауках, мертвых грибах и мертвых растениях соответственно. Для этой группы характерны сложные нити, заканчивающиеся измельченными спорами. Большинство гусениц *Bombyx Rubi*, или ежевичной моли, становятся жертвами вида *Isaria*, который имеет несколько совершенно разных периодов и способов плодоношения и, наконец, принимает форму очень красивого гриба, принадлежащего к другому семейству.

Недалеко от Парижа, в октябре месяце, когда гусеницы ежевичной моли ищут убежища от холода в земле или под высокой травой и увядшими листьями, мсье Туласне и его брат обнаружили, что большинство из них окружены пучками беловатого пуха, который разрастался так быстро, что убивал гусениц и покрывал все их тело, кроме щетинистых волосков, и приобрел признаки, сходные с мускатным грибом, убивающим шелкопряда. Этот пух представляет собой мицелий, состоящий из чрезвычайно тонких разветвленных нитей, сплетенных вместе, вертикальные плодоносящие ветви которых имеют завитки веточек, каждая из которых заканчивается венчиками из десяти-пятнадцати равных и сферических ячеек, заполненных пылевыми спорами. Эти мельчайшие споры прорастали и выпускали нитевидные ползучие зародыши, которые быстро выпускали множество ответвлений, заканчивающихся длинными венками из плодородных пыльцесодержащих клеток.

Точки тут и там на войлочной оболочке гусениц приобрели оранжевый цвет, приняли форму мицелия и образовали маленькие булавовидные клетки оранжевого цвета, которые выбрасывали обилие репродуктивных пылевых спор из кольца белых волосков на своей верхушке. У каждой гусеницы по бокам было от десяти до пятнадцати таких цветных клубочков, которые с возрастом теряли свою яркость и сбрасывали пыльные споры. Эти грибы обладали всеми признаками изарии крассовой, или изарии фаринозной из картофеля Фри.

Позже в том же сезоне другие гусеницы, на которых эта булавовидная изария не была произведена, но которые были опухшими и белыми от войлочной икры паразита, выделяли оранжево-красные сосуды булавовидной формы большего размера и более глубокого оттенка, чем у зарождающейся изарии. У них не было концевое кольцо из волосков, но у основания некоторых из них был красный войлок, содержащий споровую пыль. В конечном итоге они приняли все признаки *Sphaeria militaris* Эренберга или *Cordyceps militaris* Фриса, которые

представляют собой ярко-алый гриб высотой в полдюйма с мясистой вертикальной ножкой, заканчивающейся чашеобразной головкой, содержащей длинные цилиндрические мешочки, называемые *asci*, в которых споровых клеток так много, что они напоминают нитки бус.^[55] Следовательно, этот гриб начинается как представитель семейства гифомицетов и заканчивается как представитель семейства аскомицетов.

Отряд *Stilbacei* - это маленькие шаровидные грибы со стеблем или без него, покрытые полустелатиновыми спорами. Они собраны в подушкообразные массы на гнилой древесине и мертвых ветках. Примерами могут служить маленькие алые массы на засохших ветках смородины, которые так часто можно увидеть в садах.

К отряду *Dematiei* относятся черные плесневые грибки, обнаруживаемые на влажной бумаге, старом влажном белье, мертвой древесине и растениях. Их икра редко бывает сильно развитой, оплодотворяющие нити прямые, жесткие, темно-коричневые, приближающиеся к черным, иногда оливково-зеленые. Споры на их верхушках либо простые, в мутовках, либо собраны в головки, которые крупные, перегородчатые и даже спиралевидные.

Муцедины - красивые микроскопические объекты как по форме, так и по цвету; они очень многочисленны как в родах, так и в видах и хорошо известны как красные, синие или зеленые плесневые грибки. Эти грибы вырастают из множества точек обычно обильного мицелия прямыми цветными нитями, несущими на своих кончиках простые голые споры, споры, собранные в маленькие пучки, или споры, нанизанные друг на друга наподобие бусин, образующих нити либо разветвленные, либо простые. Более того, в этом отряде грибов есть примеры дуализма: плоды второго отряда относятся к семейству аскомицетов.

Ботритис, или *Peronospora infestans*, вызывающий опят у картофеля, показывает, насколько разрушительными могут быть муцедины. Как и у других энтофитов, его споры проникают в устьица в листьях картофеля и заполняют полости листьев икрой, разветвления которой, как говорят, очень красивы. Затем эта ползучая икра проникает в стебель и клубень, а оттуда попадает на внешнюю поверхность растения или в какую-нибудь внутреннюю полость, где плодоносит, принося большие шаровидные сидячие тела, дающие плоды второго порядка, и споры на кончиках своих плодоносящих ветвей. Икра ботритиса быстро распространяется по кругу и вскоре разрушает структуру листьев и стебля, но, хотя она поражает клубни или, как их обычно называют, картофель, глубоко не проникает. Разрушению картофеля способствует и завершает его *Fusisporium Solani*, микроскопический грибок, который принимает различные формы в зависимости от своего возраста и меняющихся условий, последняя из которых, по-видимому, частично студенистая; иногда она затвердевает в тканях картофеля, но иногда вызывает быстрое и отвратительное гниение.

Нитевидные волокна икры пероноспоры пронизывают даже ветви и древесину деревьев. Часто можно увидеть, как осы часто посещают дуплистые деревья, вероятно, в поисках мицелия некоторых из этих грибов-паразитов, который идентичен по структуре материалу, из которого построены их гнезда. Синьор Панчери, профессор сравнительной анатомии Неаполитанского университета, обнаружил семь видов муцединов в белке куриных яиц.

Химические изменения в консервированных веществах животного и растительного происхождения обеспечивают подходящую пищу для плесневения *Penicillia*, если они действительно не являются непосредственной причиной этих изменений. Нити,

поднимающиеся от мицелия этих плесневых грибов, заканчиваются пучками веточек, несущих на своих вершинах нити спор, похожие на ожерелья из мелких бусин, собранных в пучки, похожие на кисточки, белые, желтоватые, синие или красные, в зависимости от их возраста или вида. На рисунке 34 представлены различные виды муцединов, у которых с - *Penicillium armeniacum*, а f - споры *Helminthosporium Hoffmanni*; все увеличены. Различные виды пеницилл образуют синюю и кирпично-красную плесень на сыре, а также зеленоватую и серую плесень на джеме и консервированных фруктах. Они проявляются в виде сухой гнили, оранжевых пятен на картофеле длительного хранения, плесени на ткани, шелке, сахаре, мясе и даже на побитом непогодой оконном стекле. Они могут существовать в металлических и ядовитых растворах, разлагая химическую комбинацию, отбрасывая металл или яд и питаясь любой пищей, которая может быть найдена в остатке. Подобно более крупным грибам, эти мельчайшие растения иногда ядовиты; предполагается, что смертельные последствия, которые иногда вызывают сосиски и испорченное мясо, вызваны ядовитыми плесневыми грибами.

Муцедины подчиняются закону, преобладающему в других низших организациях, согласно которому их виды широко распространены. *Penicillium glaucum* встречается во всех странах, особенно вблизи человека; он неизбежно присутствует во всех сахаристых веществах, и, по словам М. Кроме того, он встречается в альпах Лапландии и в оазисе Юпитера Аммона в Ливийской пустыне - пример, не имеющий аналогов в географическом распространении высших растений.^[56] Закваска, то есть дрожжевое растение, является специфическим состоянием определенных грибов, включая существующие виды, и способна к неограниченному размножению.

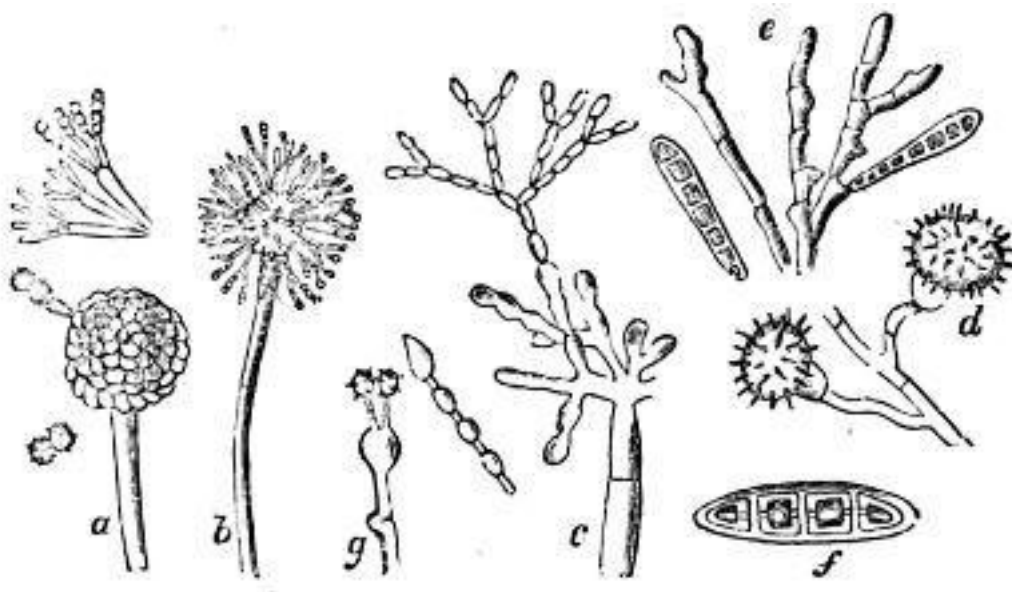


Рис. 34. Муцедины:—a, *Aspergillus glaucus*; b, *Aspergillus dubius*; c, *Penicillium armeniacum*; d, *Sepedonium mycophilum*; e, *Helminthosporium nodosum*; f, *Helminthosporium Hoffmanni*, споры; g, *Zygodesmus fuscus*.

Настоящие спороносные нити *Penicillium glaucum* развиваются только на воздухе, ибо, когда споры этого гриба погружают в жидкость, благоприятную для их роста, например, в раствор сахара или виноградный сок, они образуют водный мицелий, на нитях которого образуются клетки и выделяется углекислый газ. Эти клетки увеличиваются за счет почкования или деления на цепочки фермента, легко разделяющиеся на отдельные клетки. *Penicillium glaucum*, таким образом, развивается во всех видах жидкостей и почти во всех видах условий; даже специфические узловатые нити, наблюдаемые в его погруженном мицелии, не являются постоянными в различных жидкостях. М. Хоффманн с уверенностью наблюдал переход *Penicillium glaucum* в *Penicillium candidum*, в *Penicillium* серого цвета и, наконец, в *Corymium glaucum*, так что этот гриб полиморфен, хотя условия, при которых происходят изменения, неизвестны.^[57]

Похоже, что вещества и жидкости не ферментируются самопроизвольно, поскольку, изучив под микроскопом пыль, полученную при соскабливании с внешней поверхности крыжовника, слив, виноградных листьев, картофеля и т. Д., М. Хоффманн обнаружил короткие цепочки торулы, похожие на ожерелья ферменты муцединов и венчики других плодов. Некоторые из них уже начали прорасти и легко развивались, когда их опускали в воду. Они, без сомнения, были занесены ветром из сухих отходов ферментированных веществ, которые выбрасываются.

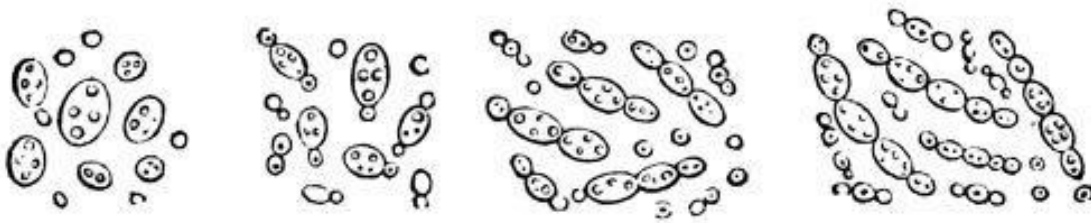


Рис. 35. *Torula Cerevisiae*, показывающий последовательные стадии размножения клеток.

Одно время считалось, что пивные дрожжи полностью состоят из клеток и цепочек *Torula Cerevisiae* (рис. 35). Это один из кониомицетов отряда *Torulacei*, на ранней стадии представляющий собой бесцветный прозрачный шарик, способный к бесконечному увеличению за счет почкования. При нахождении в жидкости, благоприятной для его роста, такой как солодовое сусло, на стенках шариков появляются зародыши в виде молодых клеток; они вскоре становятся совершенными и также обрастают зародышами, так что через несколько часов родительские клетки развиваются в ряды из четырех или пяти шариков, которые остаются в контакте, пока растение растёт, но отделяются, если что-либо препятствует брожению. Полное развитие растения происходит только тогда, когда ферментации дают продолжаться некоторое время, и тогда оно способно давать разнообразные формы, которые показывают, что у него есть и другие способы размножения, помимо почкования.^[58] Фактически, когда ферментация активна в верхних слоях жидкости, она образует венчики от четырех до двенадцати сочленений, а иногда разветвляется на маленькие веточки.

Более поздние наблюдения показывают, что дрожжи представляют собой особое состояние мицелия различных грибов, из которых, как уже говорилось, значительная доля, как полагают, состоит из *Penicillium glaucum*, хотя известно, что в его состав входят и другие виды плесени. Эти растения растут естественным образом в условиях воздействия атмосферы, но у них есть свойство также развиваться при погружении в воду; и поскольку в этом неестественном состоянии, которое они выдерживают, когда развиваются как дрожжи, они не могут давать

надлежащих плодов, они размножаются посредством побегов из измененного мицелия. Было замечено, что механическое повреждение разрушает жизнеспособность немецких дрожжей, которые состоят из дрожжевых шариков в высушенном состоянии. Таким образом, падение на землю или ушиб, вызванный ударом или неосторожным обращением, убивают растение, и такие мертвые дрожжи становятся темного цвета и клейкими и вскоре приобретают неприятный запах.

Форма *Penicillium glaucum*, которая производит уксусную ферментацию, известная как уксусное растение, имеет нитевидный погруженный мицелий вместо везикулярного.

Ферменты могут образовываться в пивном сусле, в растворах виноградного и тростникового сахара, в соке крыжовника, смородины и т.д. С помощью погруженных в воду спор *Uredines segetum* и *Rosae*, *Ascophora elegans*, *Mucor Mucedo*, *Periconia hyalina* и других. Постоянно происходит активный обмен между содержимым шариков ферментов и внешней жидкостью, и, следовательно, происходит непрерывное химическое действие.^[59]

Эксперименты М. Пастера по питанию Муцединов согласуются с наблюдениями других ученых, показывая, что эти растения являются источником всего, что в собственном смысле называется ферментацией. Когда он поместил небольшое количество пивного дрожжевого гриба в чистую воду, содержащую в растворе три кристаллизующихся вещества: сахарный песок, аммиачную соль и немного фосфатов, было замечено, что шарики дрожжей размножаются, получая азот из аммиачной соли, углерод из сахара и минеральный материал из фосфатов; в то же время сахар ферментировался. Те же результаты были получены с молочнокислыми дрожжами. Теперь М. Пастер посеял споры пенициллия или какого-либо другого слизистого гриба в чистую дистиллированную воду, добавив в раствор те же ингредиенты, за исключением того, что была использована кислотная соль аммиака для предотвращения развития инфузорий, которые вскоре остановили бы развитие микроскопического растения, поглощая кислород, без которого грибы не могут жить. Результат был таким же, как и в предыдущем случае.

Следовательно, существует полная аналогия между ферментами, муцединами и растениями более сложной структуры. Если в этих экспериментах какой-либо из принципов решения будет опущен, вегетация будет остановлена. Количества этих веществ в воздухе, воде или в самих спорах недостаточно, чтобы компенсировать подавление какого-либо из них. Например, углекислота в воздухе или воде не восполняет отсутствие сахара. Муцедины и грибы обычно получают углерод из пищи и дождевой воды, поскольку дождевая вода содержит в растворе нитраты и соли аммония вместе с солями калия и извести, а М. Барраль установил также существование фосфатов. М. Барраль обнаружил, что нитраты и аммиак исчезают под воздействием криптогамных растений.^[60]

У рода *Oidium*, принадлежащего к муцединам, короткие нити имеют на верхушках ряд спор, похожих на ожерелье из бусин. Виды этого рода встречаются на влажной бумаге и пчелиных сотах, а также на гнилых апельсинах и других испорченных фруктах.

Семейство аскомицетов производит спороносные клетки, называемые споридиями, заключенные в длинные цилиндрические мешочки или аски, в определенных количествах два, четыре, восемь, шестнадцать, тридцать два и т. д. Отличительной чертой этой большой группы, состоящей из шести отрядов, является мясистая мягкая текстура и более или менее полное обнажение плодоносящей поверхности. В одном подразделении аски являются стойкими; сюда

входят Elvellacei, Tuberacei, Phacidiacei и Sphæriacei. В другом подразделении asci часто недолговечны, и сюда входят Perisporiacei и Onygenei.

Роды *Peziza* и *Helvella* являются основными грибами, относящимися к отряду Elvellacei. Пезизы - очень многочисленная раса, состоящая из ярко окрашенных маленьких чашечек, с ножками или без них, более или менее вогнутых. Они растут в более прохладной части умеренного пояса, многие проявляют себя весной, а некоторые из самых крупных и красивых появляются во время таяния снега.^[61] Некоторые из них находятся под землей, а 128 видов обитают в Великобритании, многие растут на земле, другие на пнях деревьев, сухих палках и древесине, на живых растениях, влажных стенах и т.д. Они необычайно красивы, в том числе "многие из самых элегантных грибов, от маленькой белой и красной *Peziza elegans*, которой посыпана почти каждая упавшая веточка лиственницы и других хвойных деревьев; бледно-зубчатые чашечки *P. coronata*, которыми изобилуют отмершие стебли травянистых растений; алый *P. scutellata* с краем, окаймленным рыжеватыми волосками, и изящный мышино-серый *P. macropus*, до великолепного *P. coccinea*, который привлекает внимание своей элегантной формой и яркими цветами; более неправильная, но не менее блестящая *P. aurantia* и *P. acetabulum* в форме шрифта, которые могли бы образовать элегантный узор для архитектора или серебряника. Можно было бы упомянуть еще пятьдесят человек с равными претензиями на изящество форм и яркость окраски.^[62] Некоторые представители рода отличаются особым плодоношением, поскольку у нескольких растений этой группы, помимо asci, содержащих восемь споридий, М. Туласне встретил клетки, полные угревидных частиц, подобных тем, что есть у водорослей, и, хотя они не двигались, он счел их аналогами пыльцы цветковых растений. Однако в пезизе аурантия частицы имели форму посоха и были подвижны.

Род *Helvella* можно рассматривать как Пезизу с перевернутой чашечкой; следовательно, он принимает вид пилеуса или шляпки, как у обычных грибов, хотя часто сильно отличается по форме, а вместо спороносных жабр у него есть усики, содержащие восемь споридий, утопленных в мясистой текстуре. У некоторых видов пилеус яйцевидный или митрообразный, со свободным краем, у других он более или менее прикреплен к стеблю. Когда пилеус и стебель идеально спаяны между собой, мы получаем булавовидные виды этой группы.

Некоторые малоизвестные формы этой группы, образующие род аскомицеты, вызывают образование пузырей на листьях персика, грецкого ореха и груши. Они состоят чуть больше, чем из аски, сопровождаемых короткой нитью в форме ожерелья.

Морчелла эскулента, которая является сморчком, настолько распространена в некоторых частях Англии, что ее используют для приготовления кацуа; в то время как циттария, которая произрастает в южном полушарии, является основным продуктом питания жителей Огненных островов в течение многих месяцев в году; ее желтоватая консистенция указывает на питательный принцип. Особенность этого вида заключается в том, что он растет на живых ветвях, подобно желеобразному грибку можжевельника.

М. Туласне обнаружил у Пезизы, а также у рода *Bulgaria* и других определенные мельчайшие тельца, которые, по его мнению, имеют природу частиц в форме угря или антерозоидов в водорослях. Кроме того, он показал, что у нескольких видов пезизы есть вторая форма плодов. Фриз задолго до этого указал на идентичность *Fusarium tremelloides* и пезизы оранжевого цвета, распространенной на стеблях крапивы. Многие более крупные пезизы и хелвеллы выбрасывают свои споридии с большой упругой силой. Это особенно заметно у везикулезной

пезизы, распространенной в теплицах, когда светит солнце; при малейшем волнении образуется видимое облако пара, похожее на споридии. Движения споридий рода *Vibrissea*, которые растут на веточках, частично погруженных в воду, очень своеобразны. Они чрезвычайно длинные и тонкие, и, будучи частично выброшенными, они развеваются на солнце, пока не вылетят сами.

Грибы отряда *Tuberacei* почти все находятся под землей, а их плодоносящая поверхность, как и у трюфеля, является внутренней. АСКИ либо неравномерно располагаются в полостях, либо в более плотных клубнях они просачиваются сквозь темное вещество, испещренное более светлой тканью. Трюфель, который является наиболее важным и наиболее известным представителем отряда, имеет темную гофрированную внешность, а аски представлены большими грушевидными мешочками, содержащими споридии, покрытые сетчатой или шиповатой оболочкой; но эти шипы представляют собой всего лишь углы сплошных ячеек и представляют собой красивые микроскопические объекты. Трюфели предпочитают известковую почву и умеренный климат. В Англии они встречаются в Ратлендшире, а многочисленные виды произрастают в Нортгемптоншире, но они меньше континентальных трюфелей, количество и размер которых увеличивается к югу, и достигают максимума в Италии, где они растут на корнях деревьев и виноградных лоз, на них охотятся собаки или их выслеживают по присутствию своеобразной мухи и выкапывают для продажи. Иногда собаки выкапывают их, к неудовольствию владельцев виноградников, из-за вреда, который они причиняют корням лоз.

Сфериевые, другой отряд аскомицетов, чрезвычайно многочисленны. Существует 1000 хорошо известных видов этого отряда и, вероятно, вдвое больше неопределенных, поскольку в лесах, живых изгородях или садах едва ли найдется хоть одна веточка, на которой их нельзя было бы найти. Розовое дерево, дуб и другие растения содержат одновременно более одного вида. Род *Кордицепс* и многие так называемые виды сферий являются лишь конечной стадией развития грибов других семейств. *Кордицепс* пурпурный, обнаруженный М. Туласне на спорынье пшеницы, имеет короткий, прямой, тонкий стебель с крошечной бледно-фиолетовой шаровидной плодоносящей головкой. В этом спорыньезном состоянии белое вещество зерна превращается в твердую массу без каких-либо признаков муки и обладающую очень мощными свойствами. При посеве обнаруживается, что из него получается *кордицепс*. Мистер Карри обнаружил то же растение на спорынье обыкновенного тростника, и есть несколько других видов *кордицепса*, все из которых являются лишь второй формой спорыньи. К ним можно добавить *Cordyceps militaris* Эренберга, который, как уже было показано (стр. 283), является высшим развитием *Isaria*, которая нападает на гусениц ежевичной моли; и *Cordyceps Robertsii*, который вырастает, как пучок тростника, из головы *Neptialus virescens* из Новой Зеландии; в то время как разновидность осы из Вест-Индии, которая продолжает летать после нападения, в конце концов погибает от разветвленных *кордицепсов*, которые выступают из ее головы, как пара оленьих рогов. Но самый крупный из всех этих паразитов растет на огромной личинке, найденной на берегах реки Муррамбиджи в Австралии. Похоже, что виды *Sphaeriae* паразитируют на насекомых самого разного сродства в Китае, Америке и Европе. Можно предположить, что, как и *кордицепс* военный, они являются конечной стадией развития грибов, принадлежащих к другим семействам.

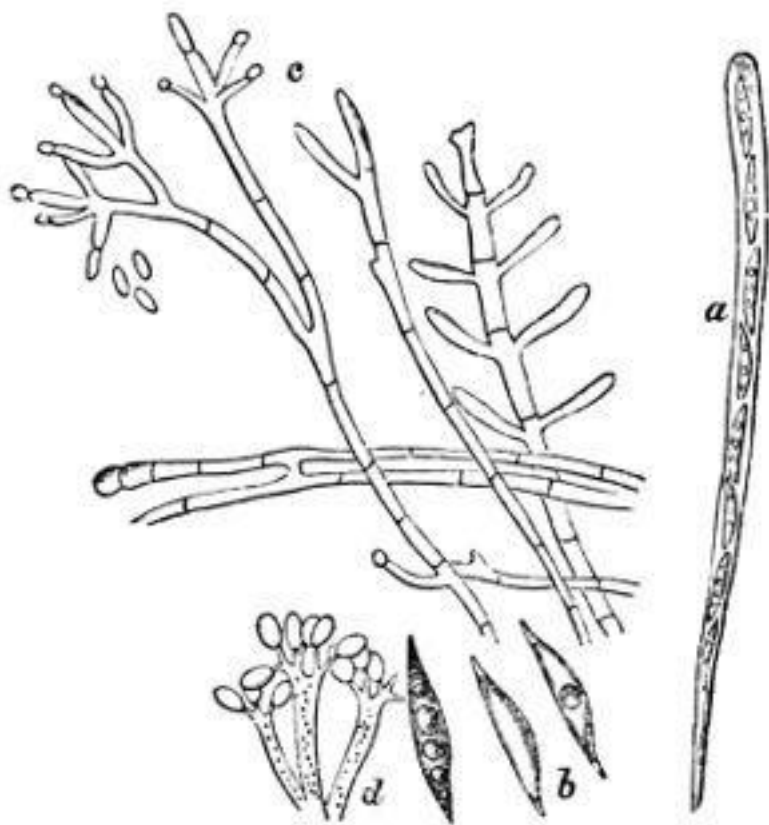


Рис. 36. Сфериевые: —*Sphæria Desmazierii*; *a*, ascus; *b*, споридии; *c*, мицелий с конидиями. Муцедины:—*d*, *Botrytis curta*.

У рода *Sphæria* гриб возникает сразу из своего мицелия и состоит из перитеция, или внешней оболочки, к внутренним стенкам которой прикреплены аски. Каждый аascus содержит восемь споридий, или споровых клеток, и когда плод созревает, аascus выделяются через пору или щель в перитеции, или внешней оболочке. На рис. 36 представлено плодоношение *Sphæria Desmazierii*. *Sphæria bombarda* похожа на набор мелких черных шариков, лежащих плоско и тесно друг к другу на гнилой древесине; каждая бусинка представляет собой продолговатый пузырь, проколотый на верхушке для выброса микроскопических споридий, или споровых клеток. У *Sphæria aquila*, найденной на гнилой древесине, плодоносящие сосуды сидят на толсто спутанных тонких нитях. У некоторых видов они собраны в пучки; у других перитеции бутылкообразной формы утоплены в стеблях берберии, лабурнума и сгнивших дубовых изгородях; и, наконец, сферу свечного табака часто можно увидеть в виде пятен сажи у основания кольев или столбов ворот. Более двухсот хорошо изученных видов рода *Sphæria* произрастают только в Великобритании.

Род *Nectria*, который образует связующее звено между родами *Peziza* и *Sphæria*, имеет несколько интересных видов, таких как *Nectria Peziza*, который растет скоплениями мельчайших чашечек, образующих ярко-оранжевое пятно на сгнивших пнях деревьев.

В отряде *Perisporacei* перитеции, или наружные футляры, свободны и в конце концов раскрываются, но в молодом возрасте эти грибы состоят из клеточно-сочлененных нитей, похожих на ожерелья, поднимающихся вертикально из мицелия и несущих репродуктивные органы. В этом состоянии они образуют мучнистую росу на виноградной лозе, розовом дереве,

репе, хмеле, горохе и т. Д. Они являются настоящими паразитами, присасывающими соки и заполняющими дыхательные поры листьев, вызывая болезни и часто смерть. Виноградная мучнистая роса, которую называли *Oidium Tuckeri*, но которая сейчас считается несовершенным состоянием рожи, никогда не выходит за пределы этого состояния, следовательно, у нее никогда не бывает более одной формы плодов. Мистер Беркли обнаружил, что, напротив, мучнистая роса хмеля и гороха, которые принадлежат к роду *Erysiphe*, имеют пять различных способов размножения. Разрушительная сила этих грибов убедительно иллюстрируется необычайной энергией их мицелия в высасывании жизненных соков из растений, на которых они живут, для образования таких разнообразных видов плодов; и количество производимых плодов настолько огромно, что если бы все они проросли целиком, ни один род растений, к которым они имеют сродство, не смог бы избежать уничтожения. Другие виды *Erysiphe* имеют по крайней мере три различных способа размножения. Перитеции некоторых из этих грибов представляют собой прекрасные объекты для микроскопа.

Физиомитеты, которые образуют шестой и последний отряд большого семейства грибов, имеют пузыреподобные фертильные клетки, разбросанные по нитям, количество споридий внутри клеток неопределенно. Усики - это войлочные грибы темного цвета, которые растут на листьях живых деревьев и имеют плоды на черных нитях, которые у некоторых видов при увеличении напоминают усики определенных жуков. Виды этого отряда не распространены в Британии, и предполагается, что они являются лишь условным признаком некоторых других грибов. Они, безусловно, являются спороносными растениями, однако плодоносящие клетки *Antennaria Robinsonii* иногда содержат готовую миниатюру материнского растения, ожидающую освобождения, - странная аналогия между этими микроскопическими грибами и цветковыми растениями.

Отряд *Mucorini*, или плесневые грибы, имеют нити, отходящие от икры, несущие на своих концах большие сосудистые мешочки, содержащие *asci* со споровыми клетками. Род *Ascophora* содержит несколько замечательных видов, таких как *Ascophora elegans*, у которого есть два вида плодов, и который нападает на хлеб еще горячим из духовки: однако споры, вероятно, были в тесте, поскольку было установлено, что споры некоторых низших грибов сохраняют свою жизнеспособность после воздействия температуры кипящей воды. Слизь, вероятно, встречается в гниющих веществах по всему миру; они растут на жире, на жирных стенах и на гниющих фруктах и овощах.

Чрезвычайная миниатюрность репродуктивных органов микроскопических грибов, многие из которых не превышают 20 000 долей дюйма в диаметре, и их необычные и разнообразные формы даже у одного и того же растения сделали изучение этих грибов одним из самых сложных во всей ботанике. До сих пор существует некоторая неясность относительно тех мельчайших подвижных тел, которые, как предполагается, являются мужскими частицами, и их аналогов, которые не были замечены или редко прорастали. Эти тела наблюдались у сравнительно небольшого числа родов, и в них не наблюдалось ничего, кроме простого молекулярного движения.

Одним из самых необъяснимых обстоятельств в истории низших грибов является их внезапное появление в огромных количествах и быстрое распространение вызываемых ими катастрофических эпидемий среди растений и животных, таких как опрелость картофеля и болезнь винограда, которые, хотя и широко распространены по Европе и Мадейре, не

затрагивают североамериканские виноградные лозы, выращенные дома или за границей. Мучнистая роса одно время так свирепствовала на Азорских островах и Цейлоне, что угрожала полным уничтожением апельсиновых и кофейных плантаций. Едва ли меньший ущерб они нанесли оливковым деревьям в некоторых частях Европы; предполагается, что ланоса нивалис, которая растет весной при таянии снега, во многих случаях является причиной гибели зародышей прорастающей ржи. Разрушительное течение большинства из них прекратилось, но болезнь шелкопряда все еще продолжается. Грибам для своего развития требуется тепло и умеренная влажность, но необычное множество, в котором время от времени появляются паразиты, возможно, указывает на какое-то метеоритное воздействие, о котором мы не знаем.

РАЗДЕЛ IV.

ЛИШАЙНИКИ.

Лишайники - это, по сути, воздушные растения, питающиеся, подобно водорослям, средой, в которой они растут. Они варьируются от порошкообразной или сухой сосочковидной корочки до кожистых или ороговевших разрастаний и даже приобретают прямостоячую ножку. Они не зависят от матрицы, к которой прикреплены. Поэтому они распространяют свои цветные листья, или слоевища, круглыми или неопределенными пятнами на старых стенах, черепице домов, камнях и скалах. Они появляются большими скоплениями красного, золотисто-желтого, серого или белого цвета на бесплодных пустошах, под плантациями и на стволах старых деревьев; в то время как другие из них часто свисают с ветвей, как длинные лохматые седые волосы, и многие образуют леса из миниатюрных кустарников на северных равнинах. Лишайник - это последний след растительности на вершинах гор и в арктических пустынях. Некоторые лишайники переносят сильный холод, но в целом они предпочитают тепло и умеренную теплоту, и они так сильно любят яркий свет, что обычно остаются бесплодными или же дают мало плодов в тени. Хотя они сильно отличаются от грибов медленностью роста, продолжительностью жизни и способностью образовывать хлорофилл, они сходны с ними по наличию мицелия в молодом возрасте и по всхожему плодоношению. Идеальный лишайник без ascus был бы аномалией, поскольку asci содержат настоящие плоды, связанные с вертикальными нитями или удлинненными клетками, называемыми парафизами, которые иногда несут вторичные споры на своей вершине. асци с их парафизами, заключенными в сосуды различной формы, называемые перитециями, собраны в диски или щитки, которые образуют выступы на поверхности растения. Некоторые из этих дисков закрытые и дают выход спорам через трещину или пору на их поверхности; другие представляют собой открытые чашечки различной формы, либо со стебельками, либо сидячие на листьях, и через них споры получают выход. Следовательно, весь отряд лишайников естественным образом делится на две группы, в зависимости от того, являются ли их диски открытыми (гимнокарпеи) или закрытыми (покрытокарпеи), причем первая является несравненно более важной. На рис. 37 показаны открытые и закрытые чашечки, или перитеции.

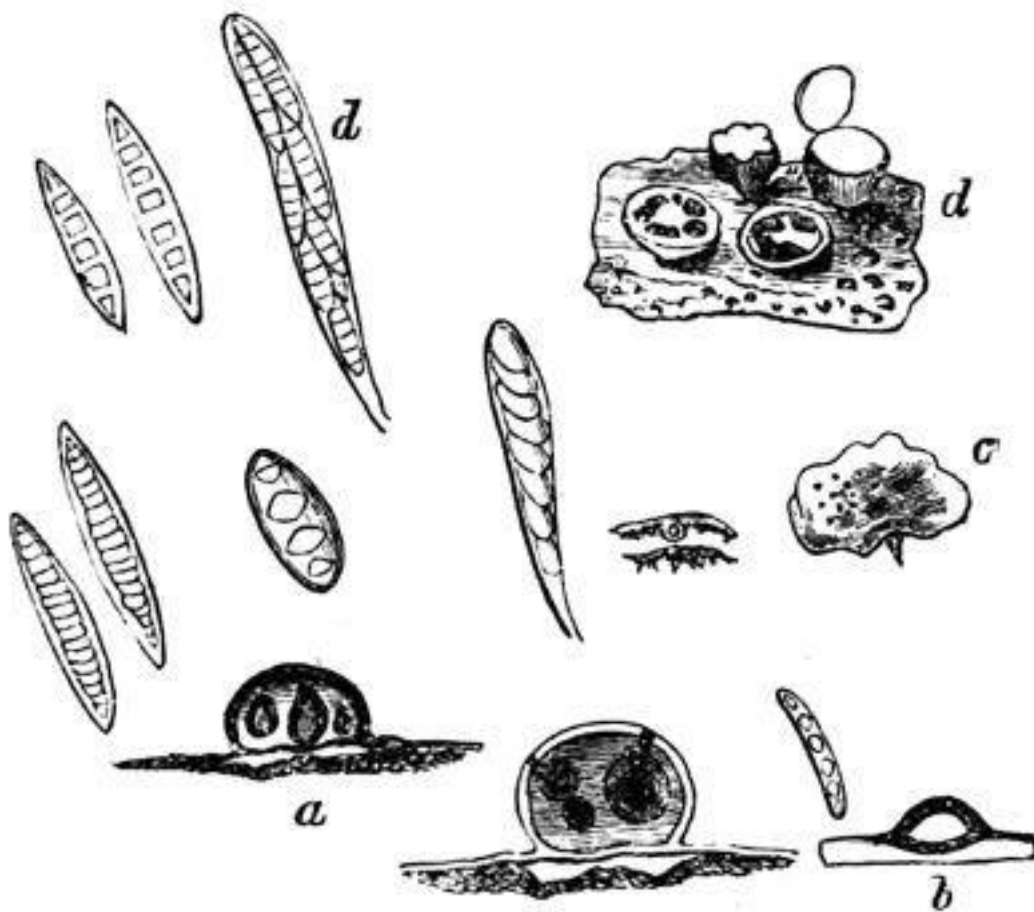


Рис. 37. Лишайники:—*a*, *Trypethelium Sprengelii*, пустулы со споридиями; *b*, *Verrucaria variolosa*, часть перитеция со споридиями; *c*, *Endocarpon lacteum*, слоевище с секцией и плодами; *d*, *Stegobolus Berkeleianus*, часть растения с ascus и споридиями.

Самый высокий тип горизонтальных лишайников, из которых [рис. 37 b](#) представляет собой перпендикулярный разрез, имеет твердую, распространяющуюся, поверхностную корку или поверхность, образованную из продолговатых цветных клеток или из плотно сросшихся цветных нитей, и которая покрывает два отдельных слоя клеточной ткани. В слое, расположенном непосредственно под поверхностью, клетки шаровидные и более бледного цвета; второй слой, или костный мозг, который является источником плодоношения, состоит из рыхлых, отделенных, ветвящихся рядов удлиненных клеток и студенистого вещества. Эти ответвления клеток прорастают из четвертого слоя, который является основанием растения. Он прочный, упругий и жестковатый по своей природе, состоит из переплетенных нитей и часто ребристый с нижней стороны. Белые волокна прикрепляют основание растения к поверхности, на которой оно распростерто; это остатки мицелия или спутанной массы волокон, из которых вырастают лишайники, которые исчезают, когда растение полностью вырастает.

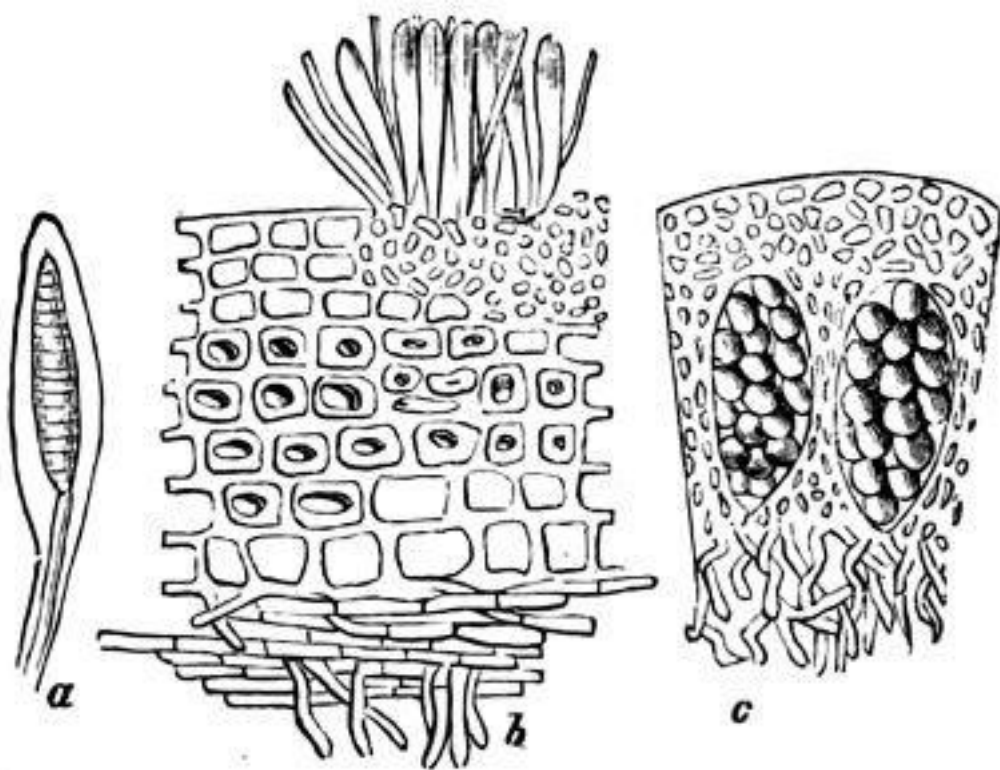


Рис. 38. *a*, *Sporopodium Leprieurii*, ascus; *b*, *Coccocarpia smaragdina*, разрез; *c*, *Lecanora affinis*, разрез.

Шаровидные тела растительной зелени, называемые гонидиями, подобные тем, что у основания [рис. а](#), расположены правильными параллельными рядами и расположены между поверхностью и основанием лишайника, как на [рис. 38 b](#) и *c*; говорят, что они происходят из костномозгового слоя, хотя м-р Беркли видел, как они прорастают из нитей мицелия *Parmelia parietina*. Гонидии попадают в воздух через трещины на поверхности растения и смываются дождями, немного потеряв свой зеленый цвет. Когда они прорастают, то образуют лишь копию материнского растения, как это делают почки высших сортов. Но согласно микроскопическим наблюдениям М. Tulasne, настоящие плоды мало отличаются, если вообще отличаются, от грибов, содержащих асци. Через открытые диски высших лишайников споридии выделяются из перпендикулярных перегородчатых отростков, которые своими парафизами погружены в нижележащее вещество. асци образуются в результате удлинения некоторых клеток этого слоя в цилиндрические перегородчатые сосуды, обычно содержащие от четырех до восьми споридий, что в конечном итоге приводит к образованию такого же количества свободных клеток. В какой бы части лишайника ни располагалась перитеция, очаги и парафизы неизменно возникают в мозговом слое.

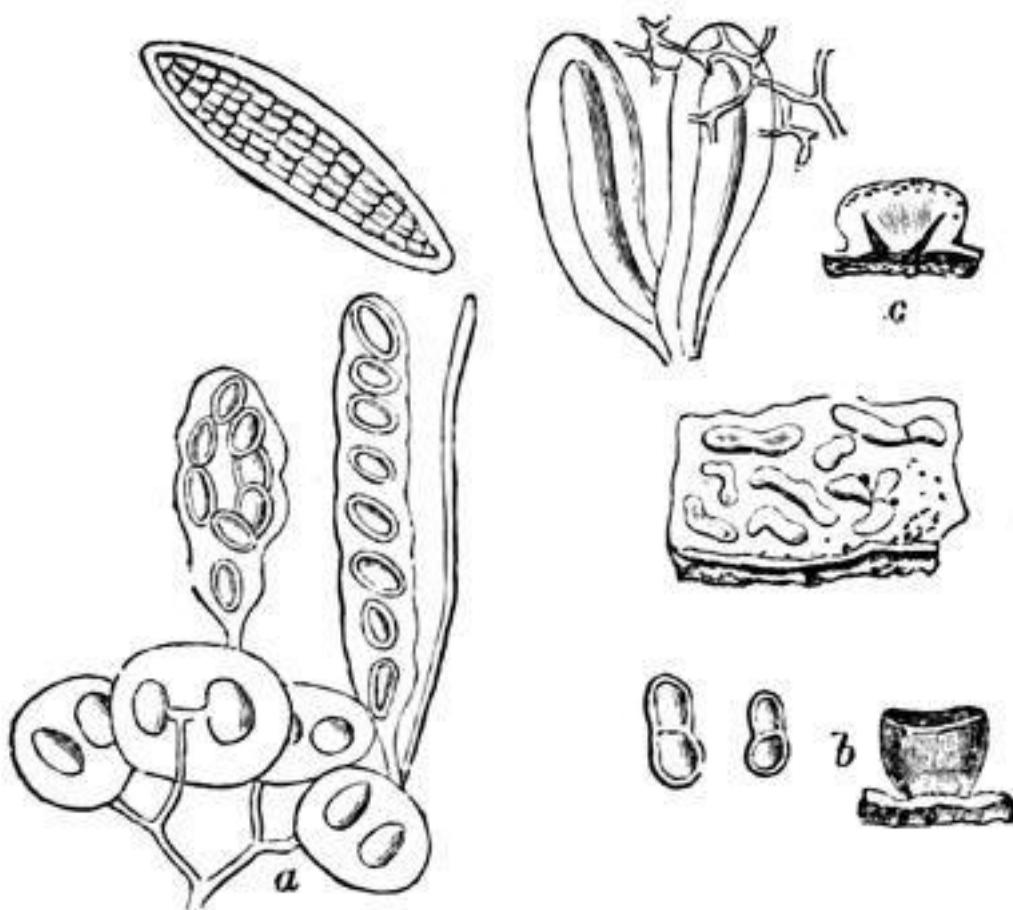


Рис. 39. *a*, Паулия перфоративная, гонидии, парафизы и asci; *b*, барабанная чашечка, перитеций и споридии; *c*, *Graphis Leprevostei* с эксципулумом, asci и споридием.

Слоевище или листовка многих из этих лишайников неравномерно покрыта толстыми выпуклыми чешуйками, в каждой из которых скрыты белые или серые тельца, которые приобретают форму колбы с порами на концах. В зрелом состоянии они в точности напоминают бутылкообразные перитеции из рода *Sphæria* среди грибов. Они выстланы ветвящимися нитями или другими опорами, заканчивающимися мельчайшими яйцевидными частицами, которые мириадами вылетают из колбообразных сосудов задолго до появления спор. Они подвижны, хотя и не снабжены ресничками, и предполагается, что они являются оплодотворяющими частицами, такими как пыльца, поскольку они не прорастают, как споры. В этом обширном семействе лишайников с открытым покровом, которое включает все формы и привычки растения, предыдущий тип, который является высшим, претерпевает множество модификаций; но основные признаки остаются теми же, и группа настолько естественна, что виды переходят друг в друга, не оставляя заметных различий.

Начиная с *Gymnocarpei*, *Parmeliacei* сначала заявляют о себе как о содержащем высшие типы, которые способны принимать лишайники, и изобилующем видами. Диск, который является гимениумом, имеет округлую или почковидную форму и окружен листьями, без какого-либо надлежащего вспомогательного или кортикального покрытия. Большая часть наших наиболее широко распространенных лишайников, растущих на земле или прикрепленных к камням и деревьям, принадлежат к этому племени; они образуют участки диаметром в два-три фута,

которые часто удивительно древние, и растут они так медленно, что даже небольшие участки имеют большой возраст. Это племя состоит из трех отдельных групп: в двух из них растения горизонтальные и иногда листовенные; в третьей они вертикальные, часто разветвленные и иногда свисающие.

Последняя группа этого крупного подразделения лишайников включает родственные *Usnea* роды, которые являются прямостоячими центростремительными лишайниками, то есть их тело или слоевище представляет собой вертикальный и обычно цилиндрический стебель, в центре которого уплотняется слой костного мозга, источник плодоношения, и с ним связаны открытые диски, или гимения, независимо от того, расположены ли они на концах ветвей или на поверхности вертикальных стеблей. Уснеи бывают трех форм: висячие, надутые и прямостоячие, а также ветвистые или кустарниковидные. *Evernia jubata* является примером первого вида и примечательна своими длинными, свисающими цилиндрическими ветвями, свисающими вниз, как пучки голубовато-серых волос. Он часто прикрепляется к ветвям старых листовенниц и чрезвычайно живописен. За исключением *Evernia vulpina* и *flavicans*, которые ярко окрашены, все остальные представители рода имеют тусклые оттенки. Род *Ramalina* имеет тусклые оттенки *Evernia*, и некоторые виды очень близки по форме к этому роду. *Ramalina polymorphum* и *R. scopolorum* богаты красителями, в то время как *R. calicaris* богат глютенном.

Лишайники в значительной степени утратили свое значение с момента открытия красителей из каменноугольной смолы; тем не менее, они позволяют использовать красители, которые все еще используются. У многих видов отмирающее вещество бесцветно, как анилин; но оно дает наиболее яркие цвета с помощью щелочей. *Parmelia parietina*, распространенная на стенах и крышах домов, дает хризофоновую кислоту, бесцветную жидкость, которая становится ярко-желтой при обработке щелочью; и аналогичным образом вульпиновая кислота, выделяемая *Evernia vulpina*, дает коричневую краску. Несмотря на спокойные серовато-зеленые оттенки *Rocella fuciformis* и *R. tinctoria*, ни один лишайник не богаче фиолетовым веществом, известным как орхил, из которого с помощью соды или поташа получают ценное синее вещество лакмус, столь важное в качестве теста на кислотность. Многие мелкие мохообразные лишайники дают орхил, но ни один из них не встречается в таком изобилии, как *R. fuciformis*, который растет на Мадейре, Анголе, Мадагаскаре и в Южной Америке. Щавелевая и усниновая кислоты вырабатываются лишайниками; действительно, усниновая кислота в сочетании с зелеными и желтыми смолами, по-видимому, в большей или меньшей степени входит в состав различных лишайников. Очевидно, что цвет красителей совершенно не зависит от цвета лишайника, из которого они получены.

Эти воздушные растения обладают удивительной способностью разлагать свет и окрашивать себя в яркие оттенки. В нашей собственной стране, где окраска часто холодная из-за избытка зелени, лишайник создает приятное облегчение, придавая ландшафту немного тепла. Даже в Риме, где природа так великолепно раскрашена, руины во многом обязаны своей живописной красоте красным, белым и золотистым лишайникам, которыми они покрыты.

Уснеи, пожалуй, самые красивые из лишайников, их окраска иногда яркая, формы элегантные, а когда широкие диски покрыты реснитками, внешний вид очень поразительный. Эти же виды широко распространены, но у экзотических экземпляров окраска ярче. Уснея мелаксанта и уснея тейлори - великолепные растения.^[63] Уснеи космополитичны по родам и видам. Род

Cetraria, к которому хорошо известен исландский мох, образует соединение между вертикальными и горизонтальными лишайниками; его слоевище не является ни цилиндрическим, ни полностью прямостоячим, хотя к зрелости становится более таким. *Cetraria tristis* имеет только ту степень наклона, которая обусловлена ее скученным способом роста, и вырастает подобно морской водоросли из маленького кожистого диска.

Наиболее типичные виды лишайников относятся ко второй группе *Eurparmeliaceae*, или собственно *Parmeliaceae*, у которых диск сначала закрыт, а после расширения окружен каймой, возникающей из слоевища или листовой пластинки. Слоевище всегда горизонтально и расширяется от центра к окружности. Род *Sticta*, принадлежащий к этой группе, часто сильно облиственный, и ни один горизонтальный лишайник не превосходит его по яркости окраски или элегантности формы. Даже в нашей собственной стране *Sticta pulmonacea* распространена на обширной территории и примечательна своими листьями с косточками. У этого рода нижняя сторона растения покрыта нежным бархатистым пушком, среди которого разбросаны круглые белые пятна, проникающие до костномозговых слоев.

Неустойчивые лишайники относятся к числу особенностей рода *Parmelia*. *Parmelia saxatilis*, распространенная на камнях и валунах первичной и метаморфической формации, сворачивается в шар, прикрепленный к своей матрице только тонкой нитью, которая вскоре обрывается, и шар, будучи сухим и легким, как воздушный шарик, уносится ветром по овечьим тропинкам и холмам Англии. Шаровидная *Lecanora esculenta* иногда внезапно охватывает большие территории в Армении, Персии и Татарии, где растения употребляются в пищу скотом и кочевыми племенами. Этот вид, вместе с *Lecanora affinis*, в основном используется жителями стран к востоку от Леванта, а в некоторых частях Африки его смешивают с пшеницей при помоле. Эти виды встречаются разбросанными по земле без какого-либо прикрепления в виде твердых, похожих на трюфели предметов размером с грецкий орех. Иногда вихри нагромождают их друг на друга слоями толщиной в несколько дюймов после прохождения по воздуху многих миль, что дает начало историям о чудесном падении пищи. Во время дефицита в Эрзеруме выпал ливень из этих лишайников, и есть другие достоверно подтвержденные случаи.^[64]

Пельтигеры, или третья группа *Parmeliaceae*, названы так из-за похожих на мишени дисков на их поверхности, покрытых вуалью, которая впоследствии исчезает. Виды часто расстилают свои красивые листовидные листья по земле, а поскольку плоды краевые, это придает слоевищу пальчатый вид. Они часто покрыты пятнами небольшого красного грибка. У рода *Solorina* плоды разбросаны по листьям; у *Solorina saccata* они сначала поверхностные, но на нижней стороне дисков образуется ряд волокон, которые проникают в почву и опускают их ниже общей поверхности - очень своеобразная структура, резко контрастирующая с структурой *Solorina crocea*, у которой есть прожилки на нижней поверхности, но нет волокон, и поскольку от основания диска не отходят корешки, он остается поверхностным. М. Туласне обнаружил частицы удобрения у нескольких видов этой группы.

Отряд *Lecidinei* содержит множество видов с самым разнообразным поведением. В роде *Lecidea* существует четкий и регулярный восходящий ряд, виды которого всегда покрыты коркой и часто образуют просто тонкий, плотный, прилегающий волокнистый слой на самом твердом кремне или кварце. Некоторые из них разрушают твердые породы, по которым они распространяются, возможно, под действием какой-либо кислоты, которая в них содержится.

От этого низкого типа род поднимается к возвышенным формам с прямостоячими ветвящимися стеблями, покрытыми листовидными чешуйками и ярко окрашенными. Отряд отличается кругообразным диском, содержащимся в отдельном эксципулуме, или кортикальной оболочке, которая открыта с самого раннего возраста; но впоследствии она часто стирается в результате развития той части мозгового слоя, где формируется плод, вследствие чего диск становится выпуклым и головчатым. Это превращение происходит у высших форм рода *Lecidea*. У рода *Вæомусес* выпуклые диски розового или каштанового цвета, опирающиеся на стебель, называемый *podetium*. Род *Cladonia* имеет листовидное слоевище, образующий свободные чешуевидные листья, из середины которых вырастают цилиндрические или чашевидные подеции, усыпанные листьями. По краям чашечек или на кончиках ветвей в изобилии образуются выпуклые, неправильной формы коричневые или темно-красные диски, часто окрашенные так же ярко, как сургуч.

Виды *Lecidea* переносят сильные холода и удивительно долго живут. Мистер Беркли упоминает, что есть участки *Lecidea geographica*, которые, вероятно, относятся к почти сказочным периодам.

Листья отряда *Collemacei* студенистые; костномозговой слой, по-видимому, занимает весь лист, хотя у двух видов рода имеется отчетливая эпидермальную клеточную оболочку. В студенистом веществе есть однообразные нити мельчайших гонидий и другие, одиночные, возникающие в результате разделения каждого гонидия и поддерживающей его нити на две: оба вида отличаются от гонидий других лишайников. Плодоносящие диски на поверхности открытые. Представители этого отряда встречаются в Европе, Африке и Австралии.

Отряд *Соссосарпеи* в основном отличается наличием круглых дисков, полностью лишенных кортикальной оболочки, называемой эксципулумом, или, если она действительно существует, ее путают с тонким перепончатым слоевищем. Диски возникают сразу из мозгового слоя и содержат аски и споридии, похожие на таковые у мельчайших грибов (*Sphæriæ*). Некоторые виды рода *Соссосарпия* отличаются от *Lecidea* только полным отсутствием эксцидиума. Отряд в основном паразитический, и в некоторых случаях все растение представляет собой не более чем массу плодоношения, паразитирующую на веществе других лишайников и неразрывно связанную с ним, за счет которого они живут, образуя, таким образом, исключение из общего образа жизни лишайников, которые питаются только атмосферой. М. Туласне обнаружил, что роды *Abrothallus* и *Scutula*, хотя и состоят почти полностью из плодов, производят вторичные споры — это единственные лишайники, в которых они встречаются; в то время как *Phacopsis* и *Celidium* несут сперматогонии, которые, аналогично антеридиям, содержат мельчайшие частицы удобрения. Паразитические роды встречаются в большинстве частей Европы и Северной Америки.

Пиксиней - горизонтальные листовидные лишайники, по большей части закрепленные в центре. Они имеют круглые диски и образуют одну из самых необычных групп, как в отношении поверхностного плода, так и в отношении любопытных извилин перитеции. Плодовая чашечка, или эксципулум, сначала закрыта, и у рода *Gyrophora* диск образует несколько частичных плодоносящих дисков на исходной плодоносящей поверхности. Как обычно, клетки, из которых исходит *asci*, принадлежат к мозговому слою; граница, напротив, кортикальная. Слоевище всегда листовидное и более или менее кожистое, но при воздействии засухи оно становится сухим и ломким. У некоторых видов есть пучки крепких корешков, с помощью которых лист

прикрепляется к камням, а у некоторых есть глубокие ямки с соответствующими вздутиями на верхней поверхности, откуда они и получили свое популярное название Рубец де Рош. Эти лишайники вместе с некоторыми видами *Gyrophora* обеспечивали жалкое пропитание сэру Джорджу Бэку и его спутникам во время их путешествия по замерзшим регионам Арктической Америки в поисках северо-западного прохода. Очевидно, что растения, которые получают питание исключительно из среды, в которой они живут, будь то воздух или вода, никогда не смогут стать постоянной и полезной пищей для человека, хотя неустойчивые лишайники и умывальники можно употреблять в пищу по необходимости, конечно, не по выбору. У *Gyrophora* перитеции извитые, у *Umbilicaria* - нет; но оба этих рода, обитающие в Арктической Европе и Америке, обладают оплодотворяющими частицами, как и большинство представителей их класса.

В порядке *Graphidei* диск линейный, простой или разветвленный, с углеродистым наполнителем или без него. Многие из этих лишайников покрыты ракообразными, и у большинства родов перитеции сильно удлинённые, заостренные с обоих концов. Когда они параллельны или расположены под разными углами друг к другу, они образуют группы, подобные японским или китайским иероглифам, откуда и происходит их название. Роды определяются положением этих перитеций, которые очень разнообразны. М. Tulasne обнаружил линейные мужские частицы, погруженные в кору некоторых из этих лишайников. Их основное место обитания находится в тропической Америке, хотя несколько видов встречаются в холодных и умеренных зонах обоих полушарий.

Отряд *Glyphidei* не имеет настоящего наполнителя; окрашенные диски сначала погружены в медуллярный слой ракообразного слоевища, затем кора поднимается, образуя отчетливые расширения, в центре которых цветные диски расположены подобно драгоценным камням в мозаике. 'На самом деле у диска нет настоящей границы, перитеций сведен к толстому коническому основанию, от которого непосредственно отходят аски и парафизы; каждый отдельный гимений окружен промежуточным мозговым веществом, введенным, так сказать, в промежутки'. Продуктивна вся поверхность *Chiodecton monostichum*, и у этого рода М. Tulasne обнаружены сосуды в виде небольших рассеянных перитеций, содержащих нитевидные изогнутые частицы удобрения. Виды этого отряда почти полностью тропические, хотя *Chiodecton myrticola* был найден в Ирландии.

Отряд *Caliciei* состоит из горизонтальных лишайников, обычно со слабо развитой коркой; диски, которые сначала покрыты вуалью, содержатся в черешковидном или, реже, сидячем наросте, похожем на маленькие булавки с плоскими головками, воткнутые в кору; в конце концов вуалью исчезает и обнажается порошкообразная масса спор, которые так плотно прилегают к *Calicium inquinans*, что пачкают палец, если к ним прикоснуться; в других случаях они выходят из своих соцветий подобно маленьким ожерельям. Виды этих лишайников почти полностью приурочены к Европе и Северной Америке.

У второго подразделения лишайниковых, покрытокарпеевых, диски заключены в оболочку, которая выступает с поверхности растения и в конечном итоге выводит споры из разрыва или поры на его поверхности. Помимо плодоношения, состоящего из перитеции, содержащей парафизы, и аски с заключенными в них спорами, в каждом диске имеется ядро, состоящее либо из твердого, либо из расплывчатого вещества.

Некоторые лишайники этой группы являются паразитическими, другие - водными. Отряд *Limboriei*, подобно грибам-паразитам, начинает свое существование под толстой кожей листьев тропических растений, распространяет свой ракообразный слоевище по их поверхности и разрушает их красоту, закупоривая поры и препятствуя проникновению света в их ткани. Эксципулум и перитеция черные, последняя лопается неправильной формы и в большинстве случаев покрыта красиво очерченной корочкой.

Покрытые ракообразными листки позвоночных часто настолько тонкие, что неотделимы от вещества, по которому они распространяются. Эксципулы закрыты, стенки перитеции часто черные, а у некоторых видов более или менее сгрудились вокруг колумеллы. У *Verrucaria muralis* были обнаружены оплодотворяющие частицы. Растения широко распространены, и по крайней мере один вид покрывает своей коркой гладкие камни в бегущих ручьях.

В группе *Endocarpei* перитеции погружены в вещество растения, которое по большей части имеет листовую горизонтальную корку и студенистое ядро. Некоторые виды растут на камнях, постоянно или периодически погружаемых в воду, или, если не под водой, постоянно смачиваемых ее брызгами. Лишайники, род из группы *Lichinei*, обитают на морских скалах, часто покрыты соленой водой и часто внезапно высыхают.

Сферофореи, или шарообразные лишайники, имеют вертикальные стебли с шаровидными плодами на концах их многочисленных ветвей. Сначала на плод указывает только вздутие, но со временем внешняя кора лопается и обнажается содержимое перитеция, которое состоит из усиков и парафизов, расположенных на центральной колумелле. Споридии - красивые объекты под микроскопом из-за их сферической формы, которая редко встречается среди лишайников, и их более или менее глубокого синего оттенка — цвета, ни в коем случае не свойственного споридиям этого отряда растений, поскольку у других отрядов они ярко-алые, оливковые, золотисто-желтые или коричневые.

РАЗДЕЛ V.

ХАРАКТЕР.

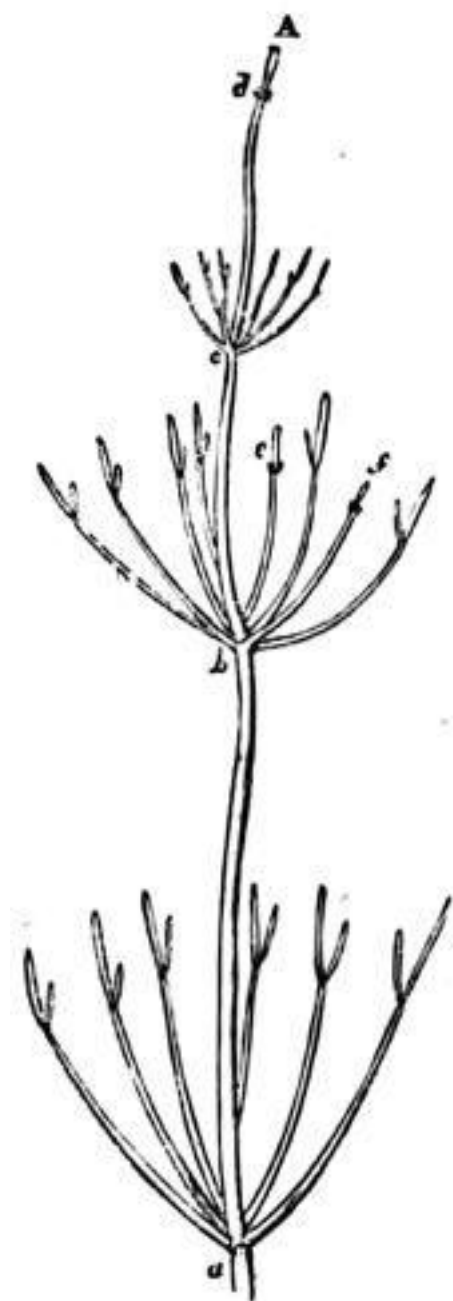


Рис. 40. *Nitella flexilis*.

Характерные - это погруженные в воду однолетние водные растения, растущие в стоячих бассейнах и канавах, а не в проточных ручьях. Это небольшой отряд, включающий всего три рода, но многочисленные виды распространены по всему миру, особенно в странах с умеренным климатом. Родами, обитающими в этой стране, являются *Nitella* и *Chara*. *Nitella flexilis* (рис. 40) можно рассматривать как представителя отряда. Его стержень или ось

образована из очень длинных цилиндрических прозрачных трубок, соединенных своими плоскими концами и окруженных на каждом стыке завитком длинных трубок, которые на концах раздвоены или трехраздельны. У некоторых видов ветви членистые и имеют завитки, точно такие же, как на главной оси. На внутренней поверхности трубок, которые иногда достигают нескольких дюймов в длину, имеются четыре продольные полосы, параллельные оси трубок, которые иногда перекручиваются: две из этих полос широкие и покрыты овальными зелеными частицами; в то время как две другие узкие, прозрачные и бесцветные. Каждая пробирка заполнена прозрачной полужидкой жидкостью, в которой плавают бледно-зеленые частицы и желеобразные шарики крахмалистой природы; и когда за этими частицами наблюдают под микроскопом, они показывают, что в каждой трубке растения непрерывный поток этой жидкости с ее частицами поднимается по одной из зеленых полос и опускается по другой, даже когда стебель и ветви скручены; но они никогда не текут по бесцветным полосам, хотя им ничто не препятствует. Согласно наблюдениям микроскопистов, вероятно, вращение азотированной вязкой жидкости происходит во всех растениях, происходящих из жизненной сократимости структуры и поддерживаемых ею, но ни у кого это не проявляется так явно, как у Characeae. Его скорость увеличивается при нагревании и уменьшается при холоде, подобно циркуляции крови у животных, потому что активность жизненной энергии находится в точном соответствии с количеством получаемого тепла. Вращение мгновенно прекращается электрическим разрядом.

Репродуктивные органы Characeae бывают двух видов, оба растут в пазухах веточек, а именно темно-красные шарики, которые являются антеридиями, и зародыши, или пестиллидии, которые содержат зародышевые клетки. Иногда они обнаруживаются у разных особей, но у большинства нителл они находятся у одной и той же особи, причем шарики расположены близко под ядрышками, как показано на рис. 41, А, В. Оболочка почти сферических шариков образована восемью сферико-треугольными клапанами. От середины внутренней поверхности этих клапанов перпендикулярный столбик оранжевого цвета тянется к центру шарика, где его вершина увенчана массой конфервоидных нитей, которые образованы линейной последовательностью мельчайших ячеек; в то время как от основания столбика полосы шариков оранжевого цвета, погруженных в желатин, расходятся вдоль внутренней поверхности клапана к его краю, как показано в точке С на том же рисунке. После последовательных изменений вещества внутри конфервоидных нитей (рис. 42, D-G) микроскоп показывает, что "в каждой из клеток образуется спиральная нить из двух или трех витков, которая сначала неподвижна, через некоторое время начинает двигаться и вращаться внутри клетки; наконец клеточная стенка поддается, и спиральная нить выходит наружу, частично удлиняется и активно перемещается в воде в достаточно определенном направлении благодаря сцепляющему действию двух длинных и очень тонких нитей, с помощью которых она соединяется". снабжен^[65] (рис. 42 Н).

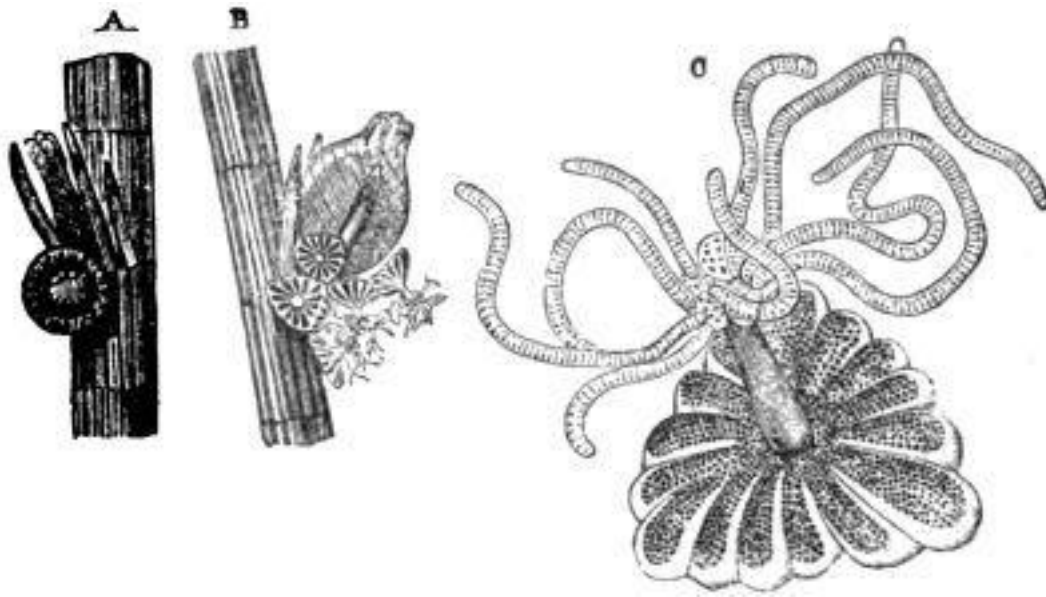


Рис. 41. Антеридии *Chara fragilis*: —А, антеридий развился у основания зернышка; Б, до., зернышко увеличилось, и антеридий раскрылся за счет разделения его створок; В, одна из створок с группой антеридиальных нитей.

Зародыш представляет собой яйцевидный мешочек с пятью длинными ячейками, спирально закрученными вокруг него, заполненный вязкой жидкостью, содержащей шарики крахмала и масла. Этот зародыш опадает при оплодотворении спирально свернутыми реснитчатыми телами, а затем прорастает.

Признаки также могут быть искусственно воспроизведены черенками; при благоприятных обстоятельствах они воспроизводятся клубеньковыми телами, богатыми крахмальными зернами, которые возникают из ползучего корня, а также скоплениями клеток, называемыми луковичками, заполненными крахмальными зернами, которые возникают в результате модификации узлов.

Чарасы, собственно так называемые, являются монотонными или двудомными, более или менее непрозрачными и хрупкими, их многосуставчатые трубчатые стебли несут завитки длинных тонких шиловидных веточек. Плод, сопровождаемый гроздью коротких прицветников или веточек, размещается через равные промежутки времени в полую сторону веточек, по одному на каждом стыке. У щетинистой чары шиловидные веточки простые, заостренные на конце, состоят примерно из семи сочленений, с завитком из четырех-семи коротких прицветников и плодами на каждом сочленении. Многие виды *Characeae* густо покрыты известковой коркой, и весь отряд чрезвычайно зловонный.

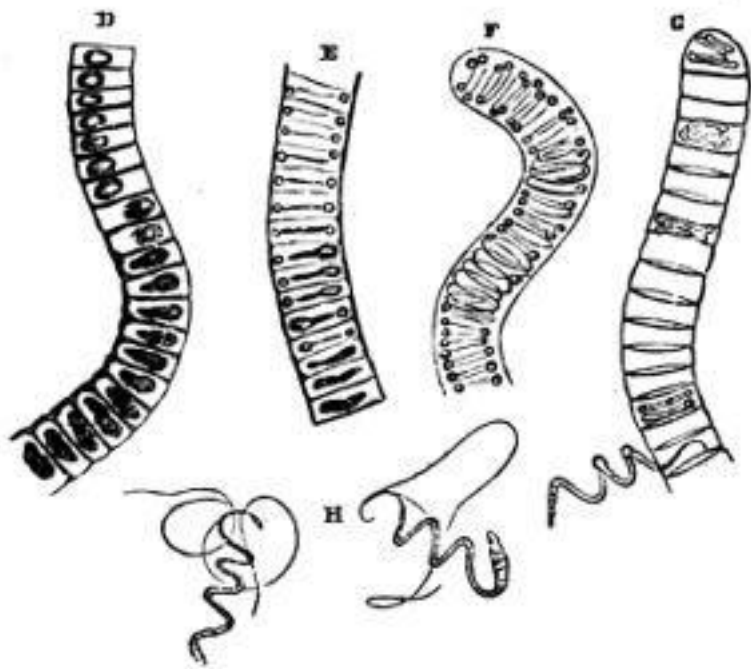


Рис. 42. Антеридии *Chara fragilis*:—D, E, F - последовательные стадии образования сперматозоидов в линейных клетках антеридиальных нитей; G - побег зрелых сперматозоидов, которые показаны отделенными на H.

РАЗДЕЛ VI.

ПЕЧЕНОЧНИКИ, ИЛИ ПЕЧЕНОЧНИЦЫ.

Печеночники - это небольшие травянистые растения, которые составляют три различных природных порядка, называемых соответственно Риччиевыми, маршантиевыми и юнгерманиевыми. Они отличаются прежде всего тем, что у первого спорангии бесклапанные, без выступов; у второго зависимые клапанные или неравномерно лопающиеся спорангии; и у третьего спорангии клапанные и прямостоячие. Более того, у обоих последних споры смешаны с элатерами.

Риччиевые, в народе называемые хрустальными червецами, которые образуют низший сорт печеночных, представляют собой неприметные растения, растущие в грязи или плавающие в воде. У них раскидистые горизонтальные листья с тонкой ячеистой структурой неопределенной формы. Их плодоношение состоит из шаровидных спорангий без клапанов, или споровых мешочков, встроенных в лист; внутри этих спорангий образуются клетки, каждая из которых делится на четыре части, которые становятся спорами, а при созревании поверхность спорангия разрывается, чтобы дать им выход. У некоторых видов в полостях, где образуются спорангии, имеется множество воздушных проходов. Нижняя поверхность листа часто покрыта

чешуйками. Род *Riella* отличается от всех других родов вертикальным безветвящимся стеблем с отчетливым крылом или отростком, образующим вокруг него непрерывную спираль. У мужского растения край листа покрыт антеридиями, содержащими сперматозоиды; у женского растения спорангии отходят от стебля; они имеют отдельную оболочку, а споры игольчатые.



Рис. 43. *Marchantia polymorpha*:—*a*, самородные зачатия;*b*, лопастные сосуды с пестилидиями.

Мархантиевые относятся к высшим формам печеночных. У *Marchantia polymorpha* (рис. 43, 44), которые могут быть взяты в качестве иллюстрации группы, структура горизонтальной ветви сложная, поскольку, помимо бесцветной прозрачной кожицы, есть три отдельных слоя, самый верхний из которых состоит из клеток, заполненных зеленым веществом, самый нижний (или основание ветви) образован из близко расположенных клеток, заполненных очень твердым веществом, в то время как между ними есть полость, заполненная воздухом и слабо разветвляющимися нитями, которые отходят от основания, в то время как между ними есть полость, заполненная воздухом. и состоят из зеленых ячеек, закрепленных встык, как нарис. 44 Б. Поверхность растения кажется гладкой и блестящей, но при увеличении оказывается, что она отмечена многочисленными узкими приподнятыми зелеными полосами, пересекающимися друг друга по диагонали так, что поверхность разделяется на ряд небольших ромбовидных делений (рис. 44 А). Эти приподнятые полосы представляют собой всего лишь верхушки очень прочных стен, которые опускаются перпендикулярно основанию установки, следовательно, они разделяют внутреннюю воздушную камеру на ряд ромбовидных отсеков, каждый из которых сообщается с внешней атмосферой посредством дымоходов, открывающихся в центре каждого отсека на поверхности установки. Эти дымоходы сконструированы таким образом из четырех или пяти наложенных друг на друга колец ячеек (см. рис. 44 Б), что за счет расширения и сжатия ячеек самого нижнего кольца в нижнюю полость может поступать больше или меньше воздуха. Это очень красивый пример сократительной жизненной энергии, действующей для создания движения, ее целью является подача воздуха, столь необходимого для здоровья всех растений. Белые нити от основания сразу прикрепляют маркантию к земле и снабжают ее пищей.

Это юношеское состояние *Marchantia polymorpha*, но через некоторое время из-под маленьких красноватых чешуек на поверхности появляются зеленые точки, которые развиваются в стебли

высотой в дюйм или меньше, которые заканчиваются по-разному: одни - лопастными щитками, другие - завитками со спицами, наподобие колеса повозки без обода (рис. 43). Лопастные щитки довольно вогнутые и покрыты небольшими возвышениями, в каждом из которых имеется полость в форме колбы с длинным горлышком, открывающимся на поверхности щитка. Во всех этих углублениях находится масса клеток, заполненных аморфным веществом, которое превращается в сперматозоиды, имеющие форму тонких спиральных нитей, более толстых на одном конце и снабженных двумя ресничками, с помощью которых они вращаются по спирали внутри своей клетки. Наконец они выходят из него и выходят через горлышко полости в форме колбы на поверхность щита.

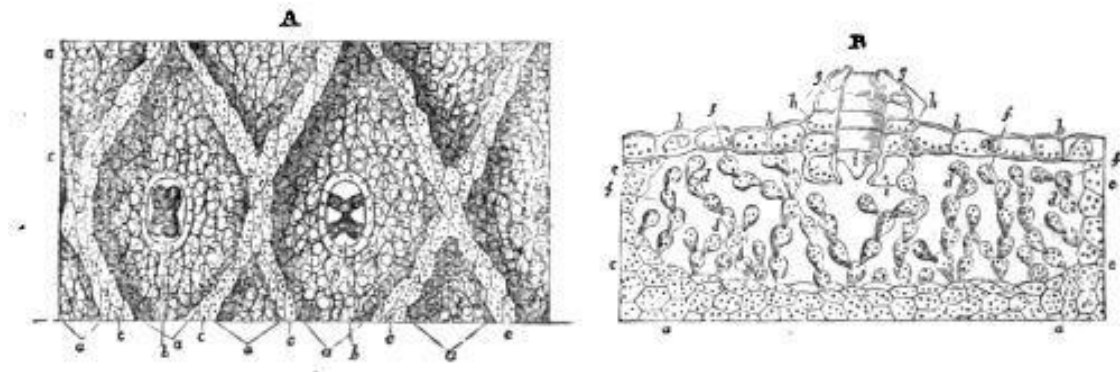


Рис. 44. *Marchantia polymorpha*: А, часть листа, видимая сверху, с ромбовидными делениями (а) с центральными устьицами (b); В, вертикальный разрез, показывающий слои ткани и одно из устьиц (g).

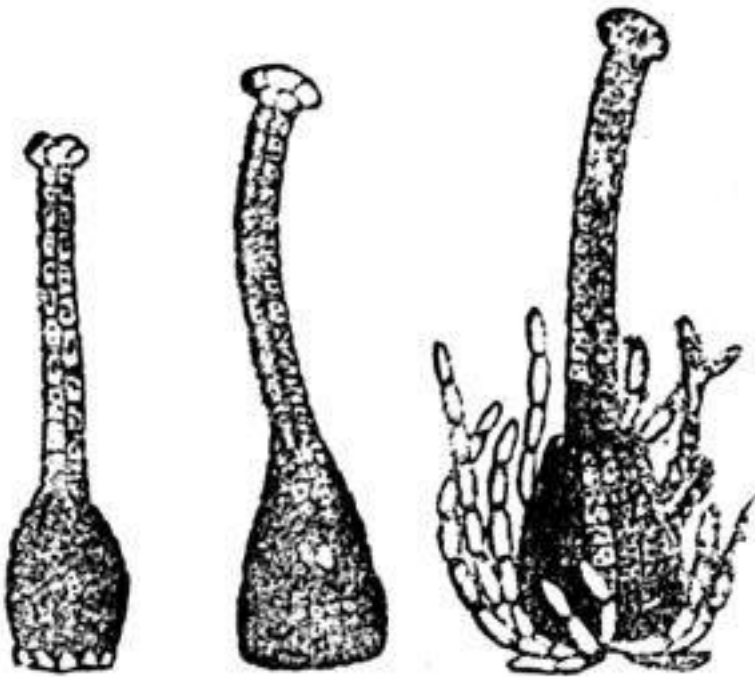


Рис. 45. *Marchantia polymorpha*:—архегония.



Рис. 46. Элатер и споры Марчанции.

В сосудах самок-компаньонов в раннем возрасте обнаруживаются определенные объекты, называемые архегониями ([рис. 45](#)), скрытые между перепонками, которые соединяют спицы завитка в их начале. Эти архегонии имеют форму колб с длинным горлышком, и внутри каждой

из них находится зародышевая клетка, в которую от конца горлышка ведет канал. Когда этот эмбрион или зародышевая клетка оплодотворяется сперматозоидами, вместо образования нового растения, похожего на своего родителя, зародышевая клетка развивается в спорангий, содержащий споры, которые представляют собой изолированные клетки, заключенные в плотные желтые оболочки и выступы, или яйцевидные клетки, каждая из которых содержит двойное спиральное волокно, свернутое внутри. Это волокно настолько эластично, что, когда окружающее давление ослабевает из-за разрыва спорангия в зрелом возрасте, шипы внезапно вытягиваются с такой силой, что разрывают клеточную мембрану и вырывают споры, которые могут прилипнуть к их спиральям, и таким образом способствуют их рассеиванию. Споры, прорастая, превращаются в небольшие скопления клеток, которые постепенно принимают форму сплюсненной веточки.^[66] Регулярное плодоношение у мархантий происходит только при воздействии света и воздуха; в тенистых местах они размножаются бутонами, размещенными в открытых соцветиях, которые формируются из зеленых шариков, появляющихся в разных частях листа, а через некоторое время раскрываются на верхушке и расширяются в необыкновенно изящные чашечки или корзинки, края которых резко и равномерно зазубрены, образуя блестящую бахрому зубчиков, при этом каждый зубчик украшен узкой бахромой. При созревании корзинка содержит ряд маленьких зеленых круглых или овальных дисков, приподнятых на ножках и состоящих из двух или более рядов ячеек. Как только эти объекты, называемые гонидиями, созревают, их отделяют от стеблей, и, будучи вымытыми дождем из корзинки, они быстро разрастаются на влажной земле вокруг; иногда они прорастают до того, как покинут свое гнездо, и образуют неправильные лепестки на материнском растении. *Marchantia polymorpha*, столь превосходно сконструированная, произрастает во всех странах с умеренным климатом и может переносить значительную жару при условии обилия влаги.

Мархантиевые делятся на три группы, включающие пятнадцать родов, которые отличаются друг от друга характером своего плодоношения. Они подробно описаны в "Криптогамической ботанике" мистера Беркли; и широко распространены как в странах с умеренным климатом, так и в тропических странах, большинство родов представлено в Европе.

Юнгерманиевые, или Чешуйчатые мхи, в своих низших формах имеют такое же сходство с лишайниками, как и многие другие печеночники. Эти лишеноидные формы представляют собой лопастные, листовидные массы, иногда ребристые, а иногда и нет. Существует сорок родов этой группы растений, распределенных между пятнадцатью триб и демонстрирующих большое разнообразие форм и строения; но внешне они настолько тесно связаны, что можно проследить постепенный ряд от плоско-лопастных листьев до высших форм прямостоячих листовых растений, приближающихся по размеру и строению к некоторым более мелким мхам.

Высшие группы имеют отчетливый вертикальный стебель с симметричными листьями, листья которого, однако, у низших родов представляют собой просто мясистые листья без жилок, многочисленных и иногда гротескных форм, в то время как у высших они обычно овальные и расположены спиральными рядами с каждой стороны стебля и ветвей, причем каждый лист перекрывает часть того, что примыкает к нему, подобно ряду плиток. Они расположены по двум совершенно разным планам. В одном из них листья расположены по спирали, которая поворачивается слева направо; следовательно, передняя граница каждого нижнего листа покрыта задней границей того, что находится непосредственно над ним. Это составляет суккубную группу *frondose Jungermanniæ*, которая охватывает пять племен. Во втором случае спираль листьев поворачивается справа налево, и передняя граница каждого нижнего листа

покрывает заднюю границу того, что находится непосредственно над ним. Это составляет инкубационную группу, охватывающую три племени фрондозной джунгермании. Помимо усеченных спиралью листьев, есть чередующиеся с ними маленькие листочки, прикрепленные непосредственно к стеблю между ними.

Мужской плод чешуйчатых мхов состоит из антеридий, которые образуют яйцевидные массы клеток, расположенных по-разному; в каждой из этих клеток находится нитевидный сперматозоид, свернутый по кругу в активном движении, который сохраняется после выхода из клетки. Женский плод состоит из архегоний, содержащих эмбриональные клетки, которые в конечном итоге развиваются в спорангии; но растения достигают своего полного развития до появления архегоний. Одно и то же растение может давать более одного урожая этих растений, которые иногда оказываются абортивными. Стебель спорангия сначала окружен мешочком архегония, затем оберткой или кольцом прицветников, помещенных в розетку листьев. Спорангии содержат клетки, которые в конечном итоге превращаются в споры, смешанные с длинными клетками, содержащими элатеры, то есть эластичные спиральные нити. Когда плод созревает, спорангии разделяются на четыре равные части, которые образуют крест на верхушке их плодоножек, и из их ячеек выходят соцветия, рассеивающие споры.

Растения этого порядка также размножаются гонидиями, но у таких многочисленных родов и видов расположение репродуктивных органов и их мельчайшие детали чрезвычайно разнообразны. Они отличаются главным образом вставкой плода и формой различных органов, которые его окружают. Это красивые маленькие растения, иногда ярко-зеленого, но чаще склонного к красному, фиолетовому и шоколадному цвету; некоторые из них ароматны, но от них нет никакой пользы. Они встречаются в тенистых лесах и влажных местах во всех регионах земного шара, но наиболее распространены во влажных тропических лесах.

Во всех семействах листовидных криптогамий, а также в печеночных, существуют антеридии; они сильно различаются по форме и строению, но в совокупности они сходятся в развитии внутри клеток с тонкими стенками аморфного вещества, окрашенного йодом в желтый цвет, на месте которого в период созревания появляются сперматозоиды, толстые с одного конца и переходящие в очень тонкую заостренную точку с другого и имеющие несколько спиральных завитков. Когда она свернута наподобие часовой пружины, движение более или менее вращательное, но если она свернута в виде штопора, то движение в то же время поступательное. Тонкий конец нити накала всегда проходит первым как внутри ячейки, так и после того, как она выходит наружу.^[67] Вся структура печени полна объектов, представляющих интерес для микроскопического наблюдателя.

РАЗДЕЛ VII.

МУСКИ, ИЛИ МХИ.

Мхи приближаются к высшим классам растительной жизни по наличию корней и более или менее вертикального стебля или оси роста. Как и все другие растения, они в основном состоят из клетчатки, однако в стеблях есть признаки разделения коры и сердцевины за счет круга удлинённых клеток, приближающихся к древесному волокну, которые, переходя в ветви и листья, образуют своего рода среднюю жилку, либо доходящую до кончика листа, либо нет. Нежные маленькие листочки, расположенные с большой регулярностью, состоят из одного или двойного слоя клеток, объединённых их уплощёнными сторонами, и редко имеют какой-либо эпидермис или кожу. Зеленый - преобладающий цвет в этом отряде красивых маленьких растений, но под воздействием солнца и большого количества влаги они иногда становятся красными.

Сосуды, похожие на урны (рис. 47 Б), содержащие споры, расположены либо концевыми, либо боковыми на стебле мха и поднимаются на тонком стебле из розетки узких листьев, имеющих кожу, пронизанную устьицами или дышащими порами простой структуры. Это конечный результат плодоношения; ибо в очень ранний период, когда розетки узких листьев являются всего лишь почками, они содержат антеридии и архегонии, причем последние, или женские органы, находятся либо в одной почке, либо в разных почках, расположенных на одном и том же или на разных растениях; но как бы то ни было, почки неизменно располагаются у основания листьев, близко к оси растения.

Когда развивается мужская почка, обнаруживается, что антеридии представляют собой шаровидные, яйцевидные или удлинённые гиалиновые тельца, состоящие из скопления волосков и парафизов, или стерильных клеточных нитей. На рис. 48 представлены антеридии *Polytrichum commune* с парафизами и волосками, полученные при микроскопических наблюдениях доктора Карпентера. Центральный антеридий выделяет свои сперматозоиды; тот, что справа, пустой, а тот, что слева, незрелый.

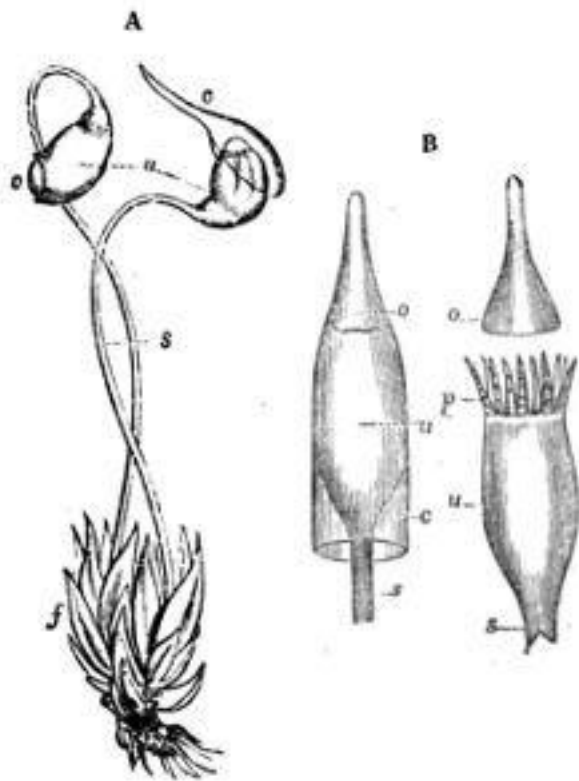


Рис. 47. А, растение *Funaria hygrometrica*:—*f*, листья; *u*, чашечки или коробочки; *S*, сеточка или ножка стебля; *o*, крышечка; *c*, калиптра. В, спорангии *Encalypta vulgaris*:—*u*, урны; *o*, жаберная кость; *c*, калиптра; *p*, перистом; *s*, сета.

Антеридии заполнены массой слизи, содержащей множество клеток, в каждой из которых имеется спиральная нить, снабженная ресничками, как показано на [рис. 49](#). Как только нити созревают, клетки раскрываются; подвижные нити, или сперматозоиды, свободны и выходят через поры в антеридиях во множестве, как пыльца из пыльника.

Пока антеридии находятся в процессе формирования, женские почки раскрываются и образуют чашевидные архегонии, подобные тем, что изображены на [рис. 45](#), расположенные в розетке листьев. Когда этот архегоний оплодотворяется сперматозоидами, его внутренняя зародышевая клетка развивается путем клеточного деления в коническое тело, возвышающееся на ножке; и в конце концов оно проходит по стенкам колбообразного архегония круглой трещиной, поднимая верхнюю часть вверх в виде калиптры или капюшона ([рис. 47 с](#)) на своей вершине, а нижняя часть образует своего рода воротник вокруг основания ножки.

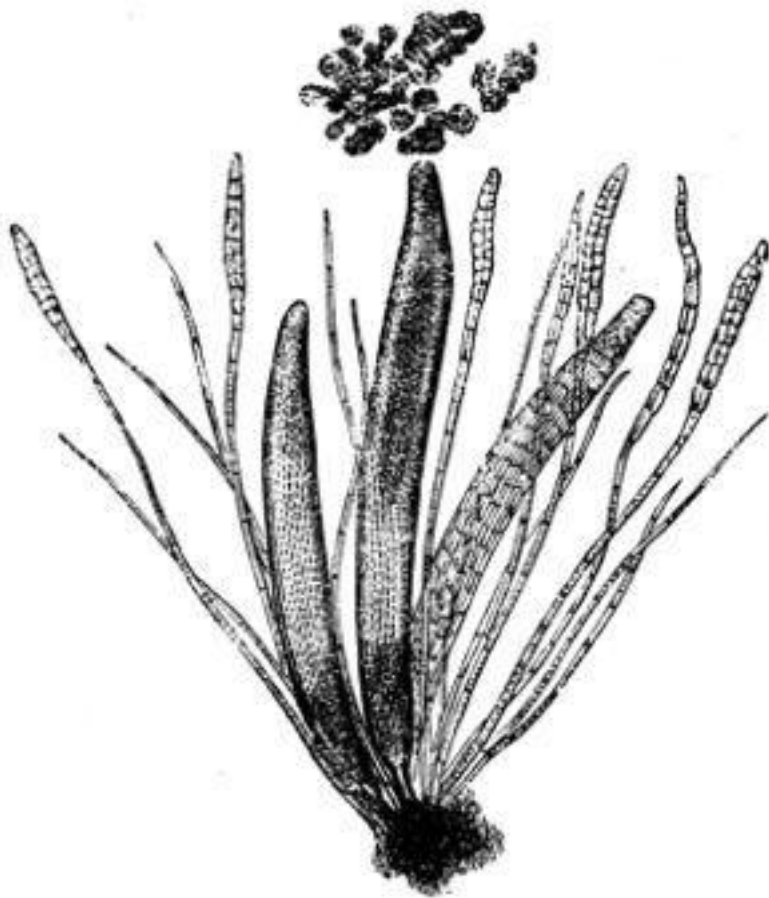


Рис. 48. *Polytrichum commune*: группа антеридий, смешанных с волосками и стерильными нитями (парафизами), центральная из которых выделяет свое содержимое.

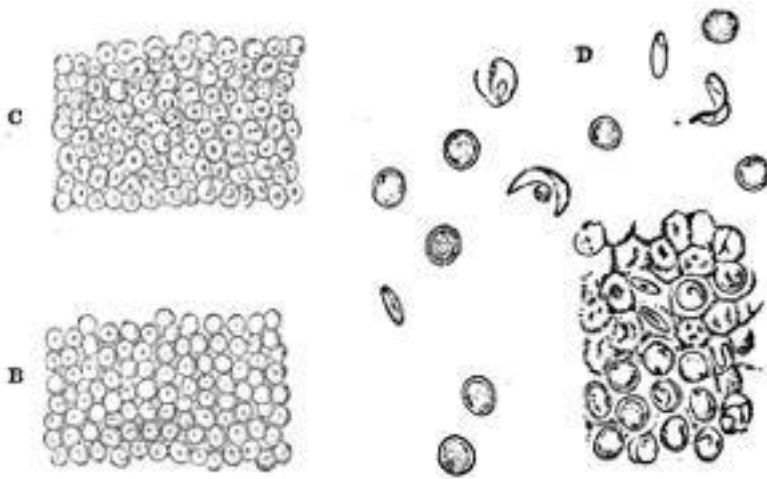


Рис. 49. *Polytrichum commune*: В — клеточное содержимое антеридия до развития сперматозоидов; С - то же самое, показывающее первое появление сперматозоидов; D - то же самое, созревающее и выделяющее сперматозоиды.

Орган в форме урны, или спорангий, имеет двойную стенку, а в его центре находится веретенообразная или глубоко крылатая колумелла. Между ними находится ткань нежнейшей текстуры, разделенная на сферические клетки, каждая из которых обычно производит четыре

незрелые споры, которые при оплодотворении покрываются внешней оболочкой, а затем стебель удлиняется, и колбовидный архегониум разрывается поперек.

Урны закрываются крышкой или крышечкой плоской, выпуклой или заостренной формы, которая отваливается, когда споры созревают, и дает им возможность выйти наружу. Устье урны у большинства мхов окружено листовым кольцом из двух или трех рядов эластичных клеток, которые, как предполагается, помогают рассеивать споры, поскольку у мхов нет выступов. Хотя отделение крышки может сразу обнажить споры, они могут быть покрыты мембраной целиком или зазубрены по окружности, или может быть один или два ряда зубов, окружающих устье урны наподобие бахромы; эти зубы образуют перистому, и их количество всегда кратно 4, варьируя от 4 до 64 (см. [рис. 47 р](#)). Иногда они разделены наполовину, иногда вытягиваются в прямые скрученные волоски. Зубцы возникают из-за утолщения стенок двух смежных ячеек; когда имеется два ряда зубцов, внешний ряд часто возникает из слоя клеток, которые выстилают внешнюю стенку урны, внутренний ряд - из самого внешнего слоя спорового мешка; иногда, когда перистом двоякая, для формирования зубцов требуются три слоя клеток. Урны *Encalypta vulgaris* представлены на [рис. 47 Б](#); одна покрыта колпаком или калиптрой, в то время как с другой крышки отвалилась, открывая устье урны с зубчатым перистомом.

Когда спора начинает расти, ее внешняя оболочка разрывается, самые внутренние оболочки выступают и образуют выступающий конец, который развивается в конфервоидный проэмбрион, аналогичный мицелию грибов, но отличающийся содержащимся в его клетках хлорофиллом. Многие споры могут участвовать или не участвовать в его образовании; но проэмбрион каждой споры способен немедленно трансформировать одну или несколько клеток, расположенных на ее различных разветвлениях, в почки, которые вырастают в покрытые листьями стебли, такие как *Funaria hygrometrica*, так что здесь мы имеем особое состояние одной споры, дающее начало развитию ряда растений.^[68] В процессе роста каждое из этих растений дало бы антеридии и архегонии, а также, с помощью описанного процесса, полноценную *Funaria hygrometrica* с ее урнами и колпаками, как показано на [фиг. 47 А](#), был бы результатом.

Если мох однолетний или двулетний, он отмирает после плодоношения; если многолетний, образуются два или более последовательных урожая архегонии. Таким образом, способ плодоношения напоминает способ плодоношения цветковых растений, с той разницей, что при плодоношении последних из каждой эмбриональной клетки образуется молодое растение, в то время как у мхов при плодоношении одной эмбриональной клетки образуется спорангий, или урна, содержащая споры, то есть множество репродуктивных органов, у которых нет и следа семядолей или оси.^[69]

Мхи также размножаются геммами или почками. Они образуются во многих ситуациях, иногда на отдельных органах, иногда на кончиках листьев или на корешках, которые растут на различных частях растений и которые у некоторых мхов образуют плотную шерстистую или шелковистую массу ярко-желтого или коричневого цвета, переходящего в фиолетовый. На волокнах этой массы появляются зеленые клетки, которые развиваются в репродуктивные почки. Почти каждая клетка на поверхности мха способна путем непрерывного деления образовывать клеточный клубень, который отпадает и дает начало зародышу, который вырастает в новое растение. Эти клубеньки обычно располагаются на концах листьев или на самих листьях, в то время как проэмбриональные волокна отходят от клеток листьев многих

мхов. М.фон Мол отмечает, что, поскольку клетки в разных частях мхов способны развиваться в зародышевую или эмбриональную конфервоидную структуру, образующую почку, из этого следует, что у этих растений, несмотря на их довольно сложную структуру, подчиненность отдельной клетки целям всего растения все еще невелика; и даже здесь индивидуальная жизнь легко приобретает преобладание. Эта способность к размножению, которой обладают различные отдельные части растений, объясняет обширные пространства, по которым распространяются мхи; более того, некоторые из них опасны, и, поскольку споры не всегда могут быть оплодотворены, геммы обеспечивают продолжение существования вида.

Мхи делятся на пять основных групп, чрезвычайно различающихся по важности и сравнительной численности. Они отличаются главным образом расположением плодов. У плеврокарпий плоды располагаются сбоку, будь то на стебле или ветвях. Они состоят из тринадцати триб; многие из них обитают в южном полушарии, но значительное число, особенно *Hypnæi*, *Drepanophyllei* и *Hookeriæi*, являются европейскими. Кладокарпии характеризуются тем, что их чашечки расположены на верхушках очень коротких боковых ветвей, а также двойной осью роста. Акрокарпии отличаются своими основными стеблями, заканчивающимися плодами. Они включают двадцать семь триб и охватывают роды и виды, имеющие широкий географический диапазон. В синклдаеях ветви растения пучковидные; к этой группе относятся сфагнумы. Шистокарпии примечательны тем, что их плоды расщепляются на створки, и состоят из трибы *Andræaseae*. Различные племена зависят от строения урн и листьев, а также от естественных привычек растений. В этом многочисленном классе растений можно упомянуть лишь несколько, замечательных по своеобразию строения.

Виды семейства акрокарповых *Phascei* чрезвычайно многочисленны и содержат простейшие из всех мхов; они растут на свежеспаханной почве и в основном однолетние. Их листья обычно имеют нервы и окаймлены крупными клетками. Урны либо сидячие, либо на короткой ножке, без следов перистомы, иногда с колумеллой, иногда без нее. Споры крупные по сравнению с спорами других мхов.

Триба *Dicranei* содержит множество видов, некоторые из которых являются самыми распространенными мхами в Европе. Их легко узнать по их единственной перистоме из шестнадцати зубцов, разделенных наполовину книзу. Листья чрезвычайно хрустящие и извилистые, а колпачок имеет ложкообразную форму. Лейкобрюм примечателен бледными листьями; у него три слоя клеток: узкий слой зеленых клеток, расположенный в центре листа, и более широкий слой бесцветных клеток с каждой стороны, клеточные стенки которого перфорированы большими круглыми отверстиями, как на [фиг. 50 б](#). Мхи этого отряда обитают на скалах из песчаника, тенистых берегах и стволах деревьев. На [рис. 50](#) показано микроскопическое строение листьев различных мхов.

В племени *grimmiæ* мы часто встречаем сидячую урну с единственным перистотом и капюшоном в форме митры. Темно-зеленые листья имеют мельчайшие шестиугольные перфорированные клетки на верхней поверхности и белый нерв, отходящий от их оконечности.

У трибы *Polytrichei* устье урны в основном закрыто плоской перепонкой и грубым капюшоном с шелковистыми волосками. Листья опушены у основания и расправлены на кончиках; за исключением нескольких случаев, они жесткие; а нерв часто имеет пластинчатые складки. *Polytrichum dendroides* содержит скаляриеvidные протоки и гранулы крахмала.

Мхи имеют разный размер, но ряд европейских видов относятся к числу прекраснейших мхов, благодаря своим крупным листьям и красивому двузубчатому перистому листу, отличающему эту группу. Листья краевые, зубчатые и состоят из рыхлой сетки крупных ромбовидных клеток; у рода *Timmia* они обхватывают стебель у основания и широко раскидываются на кончике. Существует тридцать три британских вида рода *Bryum*, многие из которых с их обильными вазами чрезвычайно декоративны.

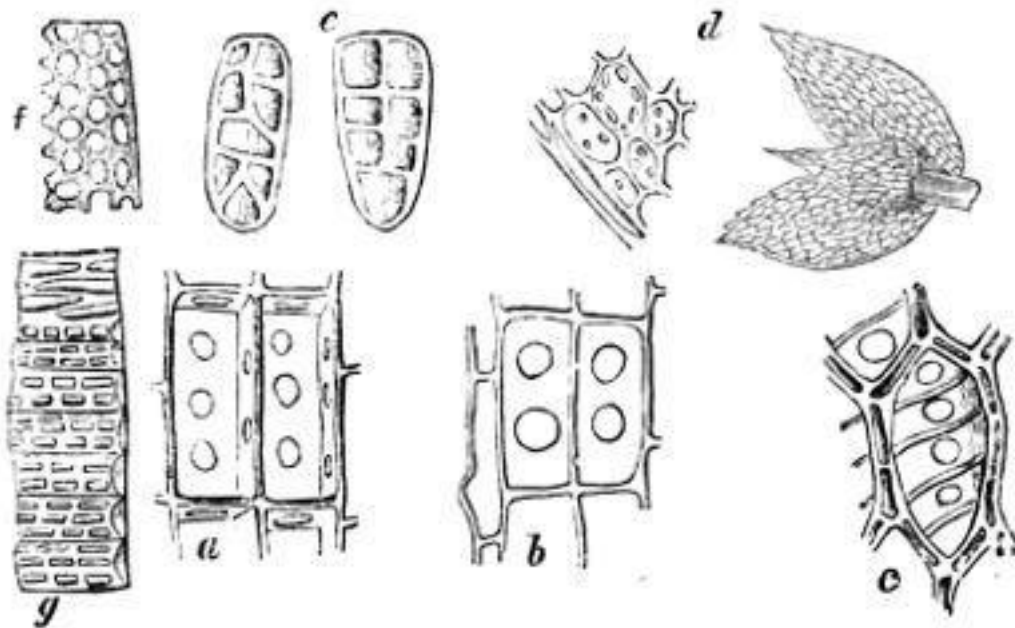


Рис. 50. Микроскопическое строение листьев мхов:—*a*, *Octoblepharum albidum*; *b*, *Leucobryum glaucum*; *c*, *Sphagnum latifolium*; *d*, *Hypopterygium Smithianum*; *e*, *Eucamptodon perichæticalis*; *f*, *Andræa subulata*; *g*, *Campylopus lamellinervis*.

Триба *Splachnei* содержит множество самых необычных и красивых мхов из всего класса. У них крупноклеточные прозрачные листья и прямая урна со спорами, расходящимися от колумеллы. У основания урны имеется вздутие, часто большего размера, чем сама урна. У *Splachnum vasculosum* он фиолетовый и очень большой, но ничто по сравнению с этим органом у *S. luteum* и *rubrum*, которые являются гордостью гиперборейской Европы и Америки. Огромный размер припухлости, разнообразие окраски, необычность и элегантность формы, а в некоторых случаях и необычные размеры делают этот вид объектами, представляющими большой интерес. Обыкновенный *S. ampullaceum*, растущий в изобилии на мелководных торфянистых берегах какого-нибудь горного ручья, куда приходит на водопой скот, едва ли превосходит по красоте какой-нибудь криптогамный. Виды этого отряда в изобилии встречаются в обоих полушариях, но один и тот же вид редко встречается в обоих. Их привычки тоже различны, поскольку, в то время как те, что на севере, растут только на навозе, те, что на юге, растут на стволах упавших деревьев. В Великобритании встречаются три рода. Геммы находятся в пазухах листьев у большинства видов этой группы.

Триба *Schistostegi* состоит всего из одного наиболее элегантного вида. Он обитает в тенистых пещерах, которые иногда освещаются золотистым отблеском от преломления конфервоидных побегов его похожего на мицелий проэмбриона, который является многолетним и из года в год

дает новый урожай. Урна субглобальная, без перистомы, и в молодом возрасте споровые клетки расходятся от колумеллы, как у сплахны. Листья находятся на различных промежуточных стадиях между вертикальным и горизонтальным вставлением и иногда совершенно свободны, в то время как в других случаях они соединены. Этот мох встречается редко и ограничен северным полушарием.

В разных племенах существуют различные роды водных мхов, большинство из которых - плавающие растения. Из них - *pleurocarpous Fontinalis*, обитающие в северном полушарии; их урна с двойной перистой из шестнадцати зубцов образует красивый микроскопический объект благодаря решетчатой работе во внутреннем ряду и поперечным перекадинам на внешних зубцах, которые соединены на своих концах двумя и два. Обычные виды имеют остроугольные треугольные стебли и килевидные листья, которые обхватывают стебель у основания и иногда расщепляются вдоль киля.

Синкладные сфагнии представляют собой водные болотные мхи бледно-желтовато-зеленого цвета. Они образуют всего лишь один род, сфагнум, который состоит примерно из восьми или десяти видов и нескольких разновидностей. Виды сфагнума, или обычного болотного мха, занимают важное место в хозяйстве природы. Это плавающие мхи, полностью лишенные корней. Стебель взрослого растения, как и у наземных мхов, состоит из трех видов клеток; одна образует внешний, или кортикальный слой, другая - центральную сердцевину, или осевую систему, в то время как третья, окрашенная и несколько одревесневшая, находится между двумя другими. Листья, которые берут свое начало в кортикальном слое, пока он еще мягкий, состоят из двух видов клеток, один из которых крупный, удлинённый и бесцветный и содержит спиральные волокна, свободно свернутые внутри. Мембранозные стенки этих клеток имеют большие круглые отверстия, через которые их полости свободно сообщаются; было замечено, что некоторые животные, которые иногда живут в клетках, переходят из одной в другую. Между этими бесцветными клетками находится несколько толстостенных, узких, удлинённых зеленых клеток, которые придают листу упругость и цвет. Согласно мистеру Уилсону, пучки ветвей расположены вокруг стебля в виде переплетенных спиралей, так что на каждую полную спираль, образованную пятью из этих пучков, приходится восемь спиралей, образованных двадцатью листьями, по четыре листа вставлены между каждой парой пучков. Плодоношение у всех этих плавающих мхов происходит в листьях стебля, антеридии имеют шаровидную форму, а сперматозоиды движутся по спирали как внутри клеток антеридий, так и при их выходе наружу. Сосуды, которые являются продуктом плодоношения и держатся на верхушке того, что кажется длинным стеблем, но на самом деле является плодоножечным влагалищем, шаровидной формы, и было замечено, что их крышки отрываются, когда споры созревают, с такой силой, что издадут отчетливо слышимый звук.

Обыкновенный болотный мох растет так быстро, что, лишенный корней, он вскоре покрывает лужу своими спутанными пучками ветвей, а поскольку через несколько лет ему некуда распространяться, нижние стебли и ветви загнивают, опускаются на дно и начинают образовывать торфяной мох, в то время как верхние части разрастаются, так что постоянно образуются новые стебли и ветви. Множество спор, без сомнения, прорастают, и таким образом бассейн заполняется, и в конце концов образуется торфяной мох.

Мох сфагнум обладает такой способностью поглощать влагу из атмосферы, что образует и поддерживает торфяные мхи и трясину в горах, которые питают ручьи у их подножий. Мхи в

целом почти в такой же степени обязаны влагой впитывающей природе своих листьев, как и корням; но рыхлые, крупноячеистые и продырявленные листья сфагнома впитывают воду, как губка; даже в летнюю жару из них можно выжать некоторое количество воды. На самом деле растение представляет собой идеальную гидравлическую машину, поскольку его маленький стебель, помещенный в стакан с водой так, чтобы его поникшая конечная ветвь свисала с края, действует как сифон и вскоре опорожняет стакан, выливая воду через его загнутую верхушку. Хотя сфагновый торф в настоящее время часто бывает слишком рыхлым для топлива, все же этот небольшой мох, растущий сейчас в наших горах, будет давать анилин, пурпурную кислоту, парафин и другие осветляющие газы отдаленным поколениям, хотя и не в таких количествах, как богатая растительность угольных районов, продукты более теплого периода.

Как и все криптоигры, мхи чрезвычайно изменчивы, и их трудно отличить друг от друга. Не только одни и те же виды демонстрируют большие различия в размерах, но даже в других отношениях признаки различаются в зависимости от климата, почвы и воздействия окружающей среды.

Помимо превращения в торф, использование растений семейства моховых не имеет большого значения. Веники, циновки и другие предметы домашнего обихода иногда изготавливают из политрихума, а в Лапландии сфагнум не только иногда входит в состав хлеба, но и используется вместо одежды для новорожденных младенцев.

РАЗДЕЛ VIII.

ФИЛИАЛЫ, ИЛИ ПАПОРОТНИКИ.

Из всех спороносных семейств папоротники являются наиболее широко известными. Их легко узнать по загибанию внутрь молодых листьев весной, предшествующему распусканию, и по расположению плодов на их нижней стороне при распускании. Папоротники чрезвычайно многочисленны как по родам, так и по видам и варьируются от невысоких травянистых растений высотой в дюйм до деревьев с прямыми стволами высотой сорок-пятьдесят футов и более, увенчанными изящной короной листьев на концах. Древовидные папоротники достигают наивысшего совершенства на теплых, влажных островах тропического океана. Граница их бореальности проходит примерно по тридцать седьмой параллели северной широты, но из-за обширности океана в южном полушарии они достигают сороковой или пятидесятой параллели южной широты, где более обильное испарение и, следовательно, более влажный воздух и почва особенно благоприятны для племени папоротников. По этой причине самая пышная папоротниковая растительность преобладает в Хуан-Фернандесе, Западном Чили и Новой Зеландии. В последнем насчитывается сто двадцать видов, некоторые из которых являются субарбореальными, в то время как другие образуют древовидные папоротники значительной высоты. Тень папоротникам абсолютно не нужна, поскольку многие из них пышно разрастаются на солнце при условии, что почва влажная.

Ареал недревесневающих папоротников очень обширен. По словам доктора Дж. Д. Хукера, двадцать один вид был обнаружен на Фуэгии и Фолклендских островах, и один растет спутанными пучками на Земле Кергелена. На севере *Cyrtopteris fragilis* был обнаружен на семидесятой параллели широты в заливе Минто, и оба они, как и *Polystichum Lonchitis*, были собраны в Диско, на западной стороне Гренландии, и *Aspidium fragrans* на восточной стороне.

Из-за резких перепадов температуры и холода в Северной Америке на всей этой огромной территории насчитывается всего пятьдесят видов; в то время как в Британии мы обязаны влажному нашему климату богатой растительностью из тридцати шести видов, которая в диком изобилии украшает наши леса, наши долины и горы. Половина наших папоротников также произрастает в Гималаях, где произрастает множество британских растений. Флоры папоротников Великобритании и Новой Зеландии являются самыми богатыми видами в соответствующих широтах и имеют несколько общих видов. Папоротники Тасмании, за немногими исключениями, идентичны папоротникам Новой Зеландии; а появление довольно распространенной австралийской и новозеландской *Gymnogramma rutæfolia* в Пиренеях, и, насколько известно, нигде больше во всем мире, является замечательным фактом в распространении растений.^[70]

Каким бы ни был размер папоротника, его споры (рис. 51 А) микроскопичны. Они образуются внутри спорангия в результате клеточного деления и поэтому свободны и имеют различную форму. Они состоят из грумообразной массы, заключенной в двойную оболочку; и когда спора начинает расти, она выделяет из клеточной стенки своей внутренней оболочки белый трубчатый выступ или корневое волокно (рис. 51 Б), которое проходит через клеточную стенку ее внешней оболочки. Этот корень всасывает жидкость до тех пор, пока внутренняя оболочка не расширится настолько, что разорвется внешняя, а затем она начинает увеличиваться за счет деления своих клеток, пока не образуется первичный зеленый лист или маршантиоидный проталлус (рис. 51 D). Этот проталлус лежит плашмя на земле и снабжен с нижней стороны волокнистыми корнями, которые фиксируют его и снабжают пищей.

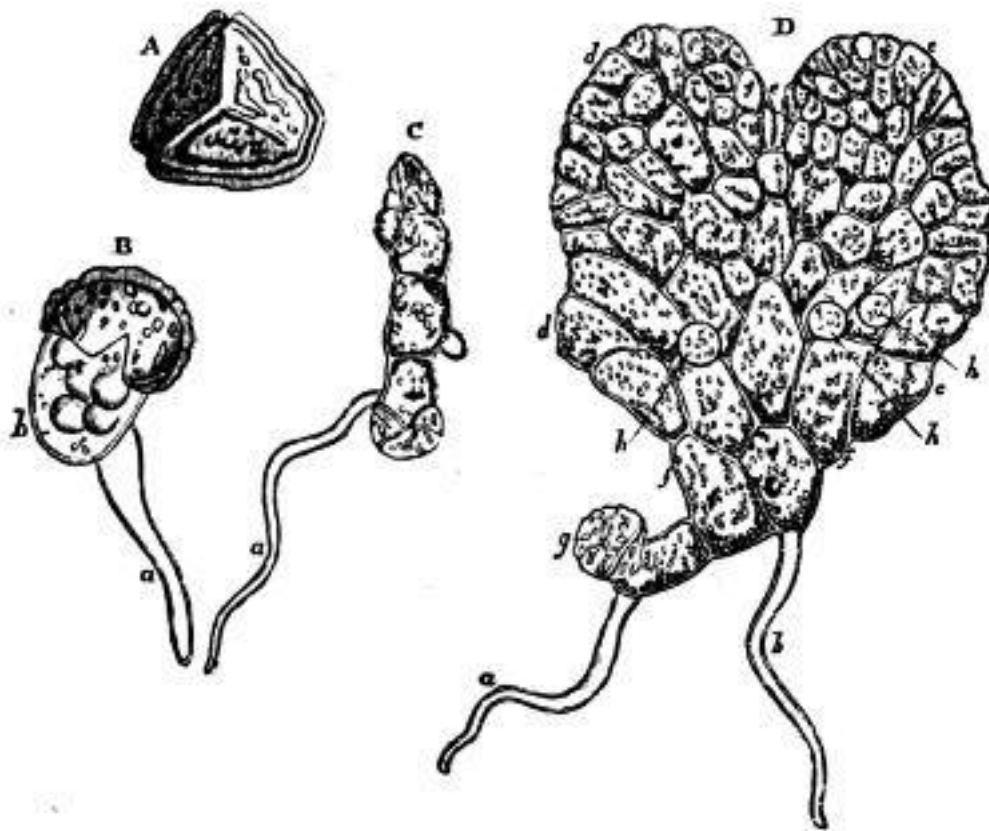


Рис. 51. Развитие спор *Pteris serrulata*:—А, споры; В, С, ранние стадии развития; D, проталлус с прикорневыми волокнами (а, b) и антеридиями (h, h).

Впоследствии на нижней стороне этого проталлуса развиваются два набора органов; один из них представляет собой черешковидную клетку, называемую антеридием, и расположен вблизи корней; другой представляет собой архегониум, содержащий зародышевую клетку, которая погружена в клеточную ткань. В каждом из многочисленных антеридий образуется клетка, которая заполняется массой слизи, смешанной с рядом свободных клеток, содержащих плоскую лентообразную нить, или сперматозоид, свернутый спиралью, которая, как только высвобождается при разрыве клетки, быстро вращается с помощью нескольких длинных ресничек, расположенных близко к большому концу. На рис. 52 показаны шаровидный антеридий и сперматозоиды *Pteris serrulata*. Архегонии меньше по численности и содержат зародышевую клетку, представленную на рис. 53, если смотреть сверху, и сбоку; она расположена на небольшом расстоянии от антеридий и после оплодотворения активными нитями или сперматозоидами и созревания содержит первичную клетку молодого папоротника, которая вскоре выпускает листья, свернутые внутрь перед разрастанием, и корень, которого достаточно для питания растения, плоский проэмбрион, который был первой стадией развития. развитие, гибнет. Таким образом, в семействе папоротниковых есть два различных периода роста и один только период оплодотворения. У цветковых растений оплодотворение и его продукты являются конечным результатом вегетации, и за созреванием плодов часто следует гибель. У папоротников, напротив, оплодотворение предшествует развитию растения, которое, будучи многолетним, продолжает приносить оплодотворенные плоды год за годом.

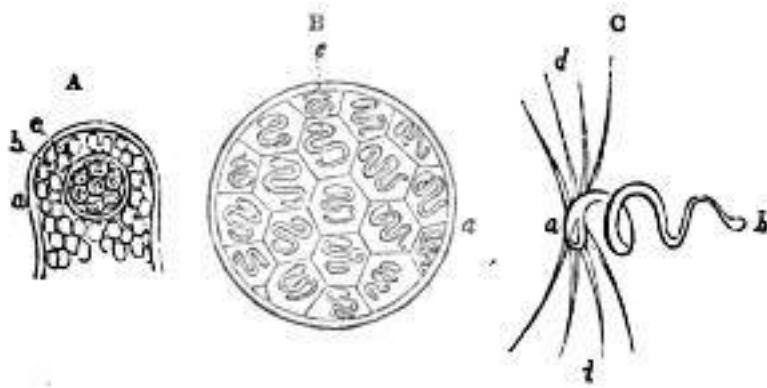


Рис. 52. Антеридий и сперматозоиды *Pteris serrulata*: —А, проекция одной из клеток проталлуса, показывающая антеридиальную клетку (b); В, антеридий полностью развит, содержит сперматозоиды, каждый из которых содержит сперматозоид; С, один из сперматозоидов увеличен, видны реснички.

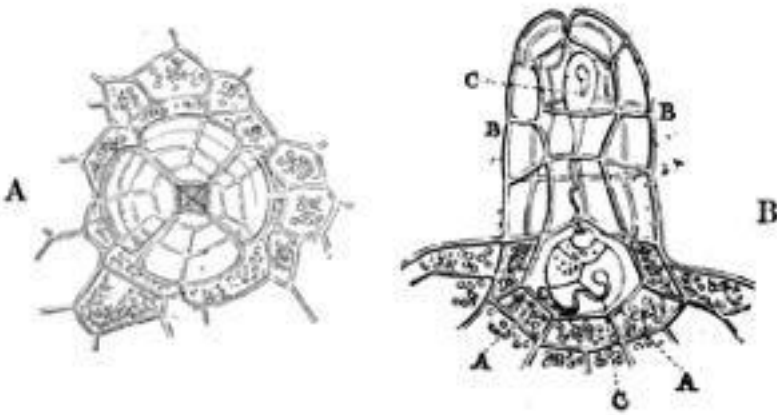


Рис. 53. Архегониум *Pteris serrulata*: —А, вид сверху; Б, вид сбоку, показывающий на А полость, содержащую зародышевую клетку; на В - стенки архегониума, состоящие из четырех слоев клеток; и на С - сперматозоиды внутри полости.

Очевидно, что существует существенная разница между архегониумом мархантии и архегониумом папоротников. Архегоний мархантии просто дает спорангий, в то время как архегоний папоротников дает новое растение и, следовательно, в некотором смысле аналогичен семени одного из высших сосудистых растений, хотя между ними нет родства.

Корни папоротников, как и у лесных деревьев, представляют собой тонкие волокна, которые отходят либо от древесного стебля, называемого корневищем, либо от *orrhiza* - корня, либо от *caudex*, названного так от латинского *caudex* - ствол. Таким образом, стебли папоротников бывают двух различных типов. Корневище обычно растет горизонтально и стелется по поверхности почвы, камня или ствола дерева, к которому оно прикреплено, но иногда оно находится под землей. При этом точка роста находится впереди листьев, которые появляются через определенные промежутки времени вдоль открытой стороны или по бокам, а после достижения зрелости опадают, оставляя чистый рубец. Каудекс варьируется от размера маленькой проволочковидной нити до размера ствола дерева. Иногда он удлиненный, как у сверхтонких жилистых нитевидных стеблей *Hymenophyllum*, изогнутых, похожих на плющ,

корневищных стеблей *Stenochlæna* и подземных, горизонтальных, широко стелющихся стеблей *Pteris aquilina*, у всех из которых через определенные промежутки времени развиваются одиночные листья, но они постоянно прикрепляются к стеблю и не опадают, оставляя шрам, как у листьев, которые несет корневище. Более частой формой каудекса, однако, является короткий коренастый стебель, образующий листья со всех сторон от своей верхушки: очень часто это шаровидная или продолговатая масса, растущая прямо, но едва достигающая поверхности почвы; но иногда он более удлинён, показывая более или менее приподнятый стебель или поворачиваясь вбок и принимая лежачее положение, однако молодые листья всегда поднимаются от его верхушки. Именно на последнем плане, путем непрерывного вертикального роста вверх, образуются стволы древовидных папоротников, которые иногда достигают шестидесяти или восьмидесяти футов в высоту. Обыкновенный женский папоротник, *Athyrium Filix-fœmina*, представляет собой пример обыкновенного травянистого каудекса; также как и мужской папоротник, *Lastrea Filix-mas*. У оленьего языка, или сколопендрии, каудекс обычно компактный и увеличивается за счет образования новых коронок или центров роста вокруг старой, пока все вместе не превратится в почти сферическую массу значительных размеров.

Ножка или листовой стебель папоротника часто имеет значительную длину, а в своей верхней части, называемой рахисом, на котором находится покрытая листьями часть, обычно более или менее разветвлена, а также имеет борозды на верхней поверхности. Листочки, или части, аналогичные листьям, иногда простые, как у оленьего языка, у основания которого с каждой стороны есть симметричный отросток или крыло, образующее длинную, с ровными краями, узкую, язычковидную ветвь. Если конечности по обе стороны от шейки бедра глубоко разделены, как у *Polypodium vulgare*, то ветвь называется крыловидной или перистой, а отделы называются сегментами или долями. Однако у большинства папоротников ветвь один, два или три раза крылатая или перистая, и в таких случаях первые отделы называются перистыми, а второстепенные или последующие, когда они присутствуют, пиннулями или *pinnules*. Листовая часть, будь то простая, перистая или перисто-перистая, всегда пронизана жилками, расположенными по определенному плану, что является наиболее важным обстоятельством, поскольку сорти или плодоношение папоротников всегда происходит в связи с жилками.

Плодородные листья в определенных группах отличаются по форме от стерильных, обычно большим или меньшим сокращением своих частей. У большинства папоротников взрослые листья плоские, то есть все их части лежат в одной плоскости; но во время цветения, то есть когда они впервые поднимаются от стебля, они округлые или загнуты внутрь, как посох.

Когда папоротник приобретает значительный стебель, как у древовидных папоротников, он состоит из центральной или медуллярной части, состоящей из клетчатки, и внешней или кортикальной части, образованной из уплотненных оснований листьев, в которых при разрезании среза ствола можно увидеть неправильную зону, образованную волокнисто-сосудистыми пучками, скаляриевидными протоками и древесным волокном. Продолжения из этой зоны переходят в черешки листьев, а оттуда в среднюю жилку листа, откуда они распространяются на его боковые ветви и, в конечном счете, появляются в листовых частях в виде прожилок. Именно расположение этих пучков окрашенной древесной ткани в клетчатой ткани стеблей листьев травянистых папоротников дает начало тем своеобразным фигурам на их поперечных срезах, таким как звезда, буква Т и геральдический распростертый орел, от которых обыкновенный папоротник (*Pteris*) получил свое ботаническое специфическое название *aquilina*. На рис. 54 показан наклонный разрез ножки листа папоротника с пучками

скаляриевидных протоков, определенный микроскопическими наблюдениями доктора Карпентера.

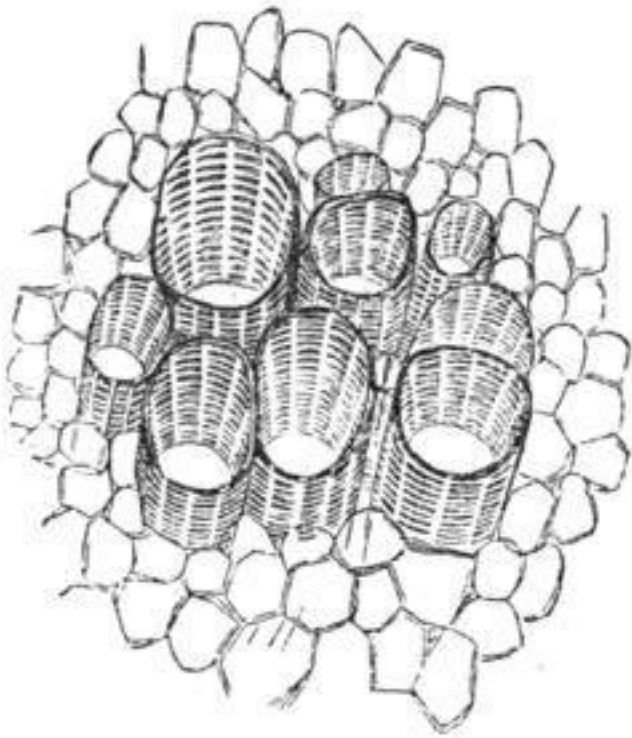


Рис. 54. Разрез ножки листа папоротника, показывающий скаляриевидные протоки.

Плодоношение папоротников происходит с наиболее совершенной симметрией, обычно на нижней поверхности листа, но иногда и по краям, и принимает самые разнообразные формы и положения. Он состоит из сори, то есть групп почти шаровидных споровых оболочек или спорангий, иногда сидячих на листьях, иногда с ножкой. Они всегда располагаются на жилке или ее ветвях, или на концах вен по краю листа. Фактически, спорангии возникают в клеточной ткани, непосредственно соприкасающейся с веной, под эпидермисом или кожицей листа, которая вытягивается вверх по мере увеличения размеров спорангий в виде беловатой мембраны, которая образует индузий, или защитный покров сори. В то время как плод приближается к зрелости, оболочка частично или полностью отделяется от окружающей кожицы или эпидермы и впоследствии либо сморщивается, либо вообще отваливается. У некоторых немногих видов отверстие находится в центре язычка, а затем оно окружает соринки наподобие чашечки; у других папоротников кожица с обеих поверхностей листа выходит за пределы края, включает соринки между ними и выполняет функцию соринки.



Рис. 55. Верхушка многоножки, несущая сори.

Сори, как уже отмечалось, принимают различные формы и по-разному расположены. Некоторые из них круглые и точечные, некоторые продолговатые и прямые, некоторые имеют форму гиппокрепления или подковы, в то время как некоторые представляют собой непрерывную линейчатую полосу. Индусиум, когда он присутствует, принимает более или менее точную форму соруса. Эти особенности настолько хорошо заметны, что ими пользуются при различении родов.

Спорангии или спорообразные коробочки по большей части шаровидной формы и почти полностью окружены прочным эластичным кольцом, которое в некоторых случаях продолжается так, что образует ножку. Когда споры созревают, это кольцо благодаря своей упругости разрывает спорангии и обеспечивает свободный выход их содержимому. Кольцо принимает различные формы. В одной большой группе она проходит вертикально вверх по задней части спорангия и продолжается до точки, называемой устьицей, где происходит горизонтальный разрыв. Эта форма показана на рис. 56, а, б. В других группах она, хотя и вертикальная, несколько наклонная, как на рис. 56 с. Иногда, хотя и реже, она поперечная и полная; в этом случае разрыв вертикальный, как на рис. 56 d. В некоторых случаях она является апикальной, рис. 56 е; и в нескольких других он устарел, рис. 56 f. Это настоящие папоротники. В одной или двух небольших группах, иногда называемых псевдоферменниками, кольцо вообще отсутствует.

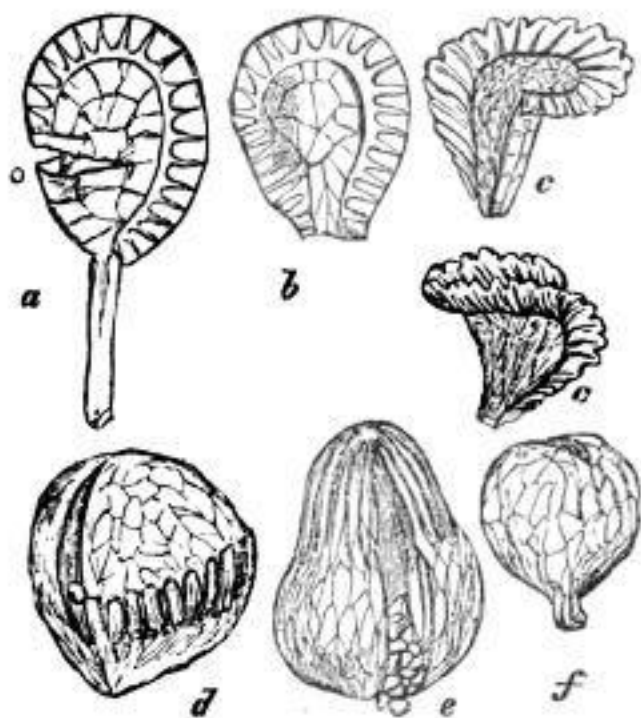


Рис. 56. Спорангии многодидеовых папоротников:—*a, b*, Многодидеовые; *c*, цидатеиноовые; *d*, глейхенииноовые; *e*, Шизеиноовые; *f*, Осмундининоовые.

Систематическое расположение папоротников основано главным образом на особенностях сорконожек и спорангий, признаки которых вполне различимы с помощью хорошей увеличительной линзы, поскольку эти споронотения представляют собой очень красивые непрозрачные объекты под микроскопом. Таким образом, некоторые из первичных подразделений основаны на наличии или отсутствии кольца на споровой коробочке. Другой ряд разделений основан главным образом на природе кольца в тех случаях, когда оно присутствует; а в остальном форма и положение сорусов выступают в качестве отличительных признаков. Таким образом, выделены основные группы, но в случае родов все еще приходится прибегать к сори и его покрову, и некоторыми современными авторами вводятся дополнительные признаки, производные от жилкования. Ниже приводится схема, принятая мистером Муром,^[71] и которая в общих чертах согласуется с позицией большинства современных наблюдателей.

Двумя ведущими группами являются папоротники *кольчатые* и *извилистые*, причем первый является гораздо более крупным подразделением и состоит из отряда Многоножковых, в который входят настоящие папоротники, в то время как второй включает два отряда маратиевых и офиоглоссовых, которые иногда называют псевдоферменниками.

Многоножковые, отличающиеся кольцом, которое более или менее полностью опоясывает спорангии, обладают таким разнообразием строения, что возникает необходимость их разделения; и для этой цели в основном полагаются на признаки, полученные по форме, количеству или положению спорангий, или по структуре или развитию кольца. Это дает несколько групп, например, Polypodineae, наиболее полным из всех, в том числе около десяти или двенадцати малых групп, в которых спорангии почти столь же выпуклой, и иметь

вертикальную и почти полное кольцо, и в которой расхождения Поперечная в часть, называемую стому, где *striæ* из кольца вытянуты, и, видимо, слабее; *Cyatheineæ*, в котором спор-случаи бывают сидячие или почти так, сидя на возвышенном сосуда, с почти полным кольцом более или менее наклонно, вертикально, то есть по вертикали ниже, изгибаясь по бокам кверху, и несостоятельность поперечной; *Matonineæ*, один вид только, в которых спорангии сидячие, разрывая горизонтально, а не вертикально, кольца широкий, *suboblique*, а почти завершен, и спинной сори *oligocarpous*, покрытый *umbonato*-полусферическая *indusia*, проставленный на центральном стебле; *Gleichenineæ*, с кольцом в комплекте, поперечная, либо действительно наклонно или горизонтально, спорангии шаровидные-грушевидные, формирование *oligocarpous* сори, *m. e.* состоящий из Сори но мало Спорово-случаи (два-четыре-десять-двенадцать), расположенный в задней части ветвей, сидячие или почти так, и трещит вертикально, листья, кроме того, будучи жестким и непрозрачным, и, как правило, вильчато-разветвленные; *Trichomanineæ*, с кольцом, напоминающий *Gleichenineæ*, но спорангии двояковыпуклые, многочисленные, собраны на выступающий сосуда, которая является продолжением вен, выходящих за рамки обычного окраины фронд так что сори стать *extrorse* маргиналы, или проецировать наружу, а также открытие наружу, в то время как ветви прозрачный-*membranaceous*; *Schizæineæ*, с кольцом горизонтальные или поперечные, находится на вершине овальные спорангии, который, в последствии, сказала, чтобы излучать-складчатых, на верхушке; *Ceratopteridineæ*, один или два водных видов спорангии иногда обстановка с очень примитивные кольца, снижается, так как в *Osmundineæ*, в несколько параллельных *striæ*, иногда обстановка с очень широким и удлиненным кольцом; и *Osmundineæ*, с Спорово-случаи двух-клапанные, трещит по вертикали на верхушке, кольцо очень зачаточном состоянии, сократилось в несколько параллельных вертикальных *striæ* на одной стороне у вершины. У всех из этих групп, кроме последней, спорангии не имеют клапанной формы, и, следовательно, когда они открываются для высвобождения спор, они лопаются частично или нерегулярно; но у осмундиновых они расщепляются наверху на две равные части.^[72]

Большая часть многоножек относятся либо к тропическим, либо к субтропическим. Сам род *Polypodium* является одним из наиболее обширных и разнообразных родов группы. Распространен в основном в тропических регионах западного полушария, но четыре вида являются местными в Британии, и из них *Polypodium vulgare*, или Обыкновенный полиподий, в изобилии встречается на стволах поросших мхом деревьев, на берегах, скалах и старых соломенных крышах. Молодые листья появляются в мае и достигают пяти-шести-двенадцати-восемнадцати дюймов в высоту. Они ланцетные, глубоко перистые, с тупыми, линейными, ланцетными, нечетко зазубренными сегментами. Родотличается своими голыми шаровидными соринками, которые у этого вида регулярно расположены в линию по обе стороны от средней жилки, на полпути между ней и краем листа. В молодом возрасте они желтого или ярко-оранжевого цвета, который меняется на коричневый, когда они созревают. Корневище, разветвляющееся во всех направлениях, сначала покрыто кожицей, густо покрытой желтовато-коричневыми перепончато-ланцетными чешуйками, которые со временем опадают или стираются, оставляя поверхность почти гладкой. У *Polypodium vulgare* есть много разновидностей, некоторые из которых хорошо заметны, особенно та, что называется *cambricum*, которая дважды перистая. Растение распространено в умеренном климате.



Рис. 57. Верхушка веточки *Lastrea* с сорами.

Аспидии образуют обширную и широко распространенную группу, включающую несколько наших обычных британских видов. Одним из них является род *Lastrea*, который имеет, по большей части, ланцетные листья, двуперистые или трехперистые в делении, с линейно-ланцетными и обычно перистыми отрезками. Сорусы почти круглые, расположены на задней стороне вен и покрыты почковидным отростком, который прикрепляется к его пазухе. У *Lastrea Filix-mas* (рис. 57), одного из самых распространенных папоротников, листья вырастают довольно широкой массой из конца длинного чешуйчатого каудекса и часто представляют собой вазообразную выемку в центре. Корешок, покрытый листьями на треть или четвертую часть своей длины, более или менее покрыт тонкими перепончатыми чешуйками бледного, часто коричневатого-золотистого оттенка, что является общей чертой для других последних. *Lastrea Thelypteris*, болотный папоротник, однако, их не имеет, а также отличается от большинства своих сородичей наличием субмаргинальных сорусов. Его корневище имеет широко распространенный стелющийся характер роста. У ласточки эмула шаровидные железы, расположенные сидя по всей нижней поверхности листьев, которые выделяют аромат, напоминающий запах свежескошенного сена. По аналогичной причине *Lastrea rigida* была известна в ботанике как *Polypodium fragrans*. Этим кумариновым запахом обладают несколько других папоротников, в частности *Cheilanthes odora*.

У олеандры, которая является иностранным родом, простые листья сочленяются рядом с корневищем, а ее соринки расположены на кончиках параллельных жилок. *Oleandra neriiformis*, растущая на открытых местах, имеет прямостоячее корневище и имеет довольно кустарниковый вид, высотой от четырех до шести футов и с расположенными через равные промежутки времени завитками листьев.

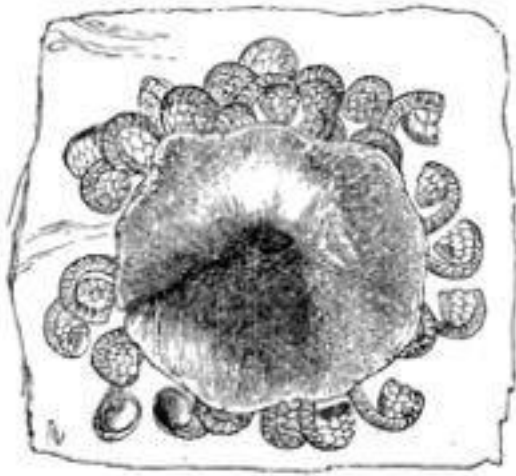


Рис. 58. Сорус и волосяной покров *Polystichum* или *Aspidium*.

У рода *Polystichum* листья вырастают пучками из короткого медленно растущего каудекса. Они жесткие, линейные или ланцетные, а также либо перистые, либо двуперистые, либо трехперистые. Верхние окончания листьев острые и шиповатые, в то время как верхушки у основания вверху ушковидные, а внизу наклонные. Круглые соринки расположены на передних ветвях параллельных вен, и они покрыты круглыми индузиями, открывающимися по всей окружности и остающимися прикрепленными короткой центральной ножкой. Свободное жилкование и эта своеобразная форма соруса и индузия являются отличительными признаками рода. На рис. 58 показаны сорус и индузий *Polystichum* или *Aspidium*, которые отличаются только жилкованием. Одна из остистых, зубчатых вершин остролистного папоротника, *Polystichum Lonchitis*, представлена на рис. 59; она ушковидная у основания вверху и наклонная внизу, с соринками, расположенными правильными рядами по обе стороны от средней вены; они часто сливаются при созревании. Этот красивый альпийский папоротник темно-глянцевого зеленого цвета имеет линейно-ланцетные и просто перистые листья. Перья короткие, расположены попеременно и наклонно на шейке и достигают почти до ее основания, которое довольно густо покрыто красновато-коричневыми зябкими чешуйками. Другие британские папоротники этого рода двуперстные. *P. aculeatum* жесткий, а *P. angulare* вялый и поникающий. Одна из его разновидностей, названная *proliferum*, является обильно живородящей, образуя маленькие луковички у основания нижних перьев и перистиков, которые легко размножают растение.



Рис. 59. Ушная раковина *Polystichum Lonchitis*.

Все предыдущие роды, начиная с *Lastrea* включительно, принадлежат к *Aspidieae*, огромному трибе, изобилующему видами и почти совпадающему со старым родом *Aspidium*.

У нефролеписа туберозного и других видов на корневище имеются полупрозрачные клубни. Они подземные, яйцевидной формы, длиной полтора дюйма и заполнены почти прозрачной слизью. Клубни имеют круг из сосудистых пучков, образующих своего рода воздушный шар, исходящий снизу от общего основания и сходящийся к вершине.^[73]

Большинство видов тропические, но *Lastrea* и *Polystichum* включают несколько европейских видов, некоторые из которых чрезвычайно изменчивы.

Onoclea - замечательный род, состоящий из перистых растений, которые сжимаются в шарики, похожие на ягоды. *Onoclea sensibilis* - красивый свободно растущий американский вид, который, по-видимому, был назван *sensibilis* из-за особенно быстрого увядания листьев после сбора.

Род *Cystopteris*, имеющий виды в обоих полушариях, относится к типу *Cystopteridae*, небольшой группе, которая приближается к *Aspidia* через *Nephrolepis* и *Acrophorus*. Британский вид *Cystopteris* - это маленькие, хрупкие папоротники, растущие на стенах и скалах в альпийских и субальпийских районах. Их листья по большей части прямостоячие, ланцетные или дельтовидные, двуперистые или трехлопастные. В общем, они отличаются тем, что каждое круглое созус покрыто колпачковидным выростом, который является полым и прикрепляется к основанию и открывается к вершине сегмента, его свободный край удлиннен и окаймлен бахромой; в этом отношении он имеет некоторое сходство с *Woodsia*, у которой, однако, выросты выступают из-под споровых коробочек одинаково со всех сторон, приобретая загнутую

чашеобразную форму. *Cystopteris fragilis*, или папоротник с хрупким пузырем, процветает в большинстве тенистых горных и скалистых районах, но встречается и в низинах. У него отстоящий каудекс, который медленно разрастается, ветвясь и образуя новые кроны вокруг старой, часто в количестве нескольких штук в течение лета и осени. Листья поднимаются пучками из этих крон в апреле, быстро достигают зрелости и последовательно отмирают по мере того, как их место занимают другие, пока не наступят морозы и не уничтожат их все. Высота пучков варьируется от двух-трех дюймов до фута и более. Листья сильно различаются по форме и делению даже в одной и той же кроне, но и они, и верхушки обычно ланцетные; верхушки яйцевидные или продолговатые, всегда глубоко перистые, с остро зазубренными сегментами.

Группа диксоний, *Dicksoniæ*, содержит одни из лучших древовидных папоротников. Диксония антарктида иногда достигает одинакового обхвата в двенадцать футов при своей высоте в сорок футов. В стебле этого папоротника сосудистые пучки симметрично расположены вокруг оси так, что образуют замкнутый цилиндр. Новозеландцы срезают волокнистую оболочку ствола и используют ее для строительства своих домов. *D. squarrosa* встречается дальше всего к югу от древовидных папоротников. *D. lanata* иногда образует отдельный стебель, но не всегда, поскольку древовидные папоротники сильно различаются по размерам и высоте своего стебля. Каудекс *Cibotium Barometz* покрыт длинными рыжевато-коричневыми волосками; каждый из них имеет свою особенность. Виды диксоний обитают преимущественно в тропиках и на южных островах. Папоротники этой группы имеют шаровидные соринки, которые являются субмаргинальными и расположены на кончике жилки. Язычок латеральный, стойкий и двустворчатый; нижний клапан образован истинным язычком, верхний - измененным зубцом отогнутой назад ветви. У *Dennstædtia* индус чашевидный и странно изогнутый; в то время как у *Deparia*, другой части группы, чашевидный индус, содержащий сорус, является внешне маргинальным, как показано на [рис. 60](#).

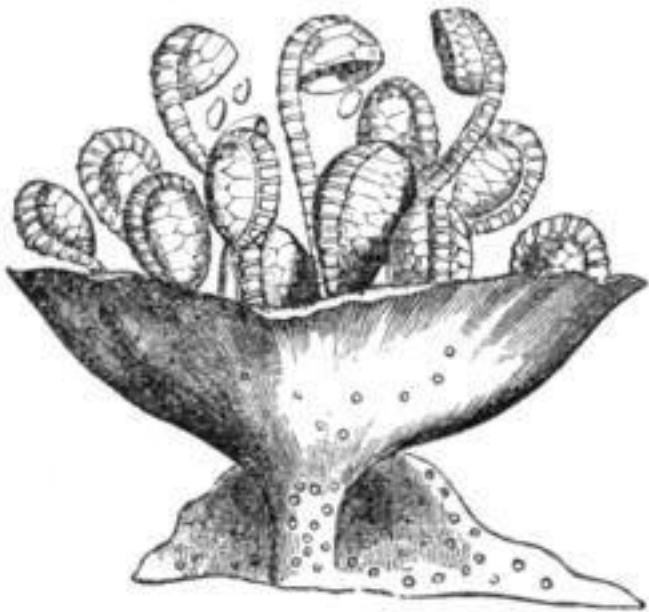


Рис. 60. Сорус и чашевидный отросток *Deparia prolifera*.

Группа *Peranemeae*, или *Woodsieae*, представлена во флоре Великобритании двумя видами *Woodsia*, которые являются одними из самых редких и любопытных наших папоротников и обитают в расщелинах наших самых высоких горных вершин. Пучки их листьев не более двух-трех дюймов в высоту, иногда меньше, а сами листья ланцетные и перистые; у *Woodsia ilvensis* они продолговатые и обычно супротивные, с глубокими лопастями, нижняя поверхность которых более или менее покрыта членистыми волосками и длинными ослабленными чешуйками. Сорусы у обоих видов круглые и расположены на концах боковых вен. В молодом возрасте они покрыты наростом, который открывается в центре и образует чашечку вокруг сорусов; впоследствии он разделяется на многочисленные сочлененные и обычно загнутые нити.

Даваллии - это в основном тропические и субтропические папоротники. Их соринки субмаргинальные, расположены на кончике жилки или прожилки и заключены в трубчатый узел, который либо короткий и приближается к чашевидной форме, либо более или менее удлинённый. У этой группы стебель принимает форму корневища, часто широко стелющегося, а листья сочлененные, опадающие с чистым рубцом при отмирании. *Davallia canariensis* культивируется в большинстве оранжерей и известна как папоротник Заячья лапка из-за толстых чешуйчатых корневищ, напоминающих лапку зайца.

В некоторой степени родственны им линдсеи, включая Линдсею и ее союзников; у них линейные краевые соринки, по большей части непрерывные, но иногда регулярно прерывающиеся, и в этом состоянии они приближаются к некоторым Давалли, а именно микролепиям. Язычок открывается по направлению к краю листка, и соринки более или менее соединяют кончики жилок и прожилок.

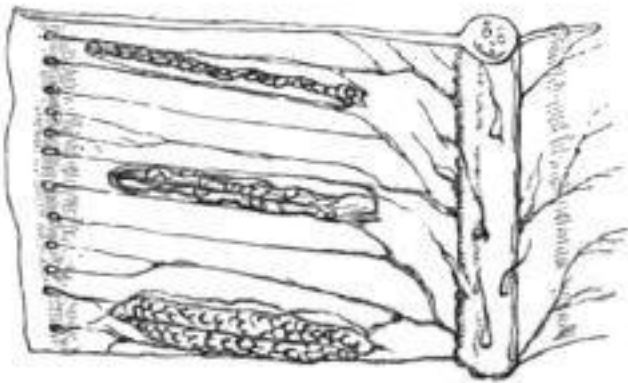


Рис. 61. Обыкновенный сколопендрий.

Группа асплениевых очень обширна, включая, помимо обширного типичного рода *Asplenium*, родственные подразделения диплазий и сколопендрий. Последний представлен *Scolopendrium vulgare*, папоротником Оленьего языка, у которого соринки линейные и расположены парами на двух параллельных жилках, настолько близко расположенных друг к другу, что, хотя на самом деле они двойные, кажется, что они образуют лишь одну прямую линию; они не покрыты одной жилкой, расщепляющейся посередине, но каждая имеет свое собственное жилковое отверстие в противоположных направлениях. На нижней поверхности длинных полосовидных цельных листьев обыкновенного оленьего языка, который является разновидностью рода, двойные соринки с противоположными им индузиями образуют параллельные равноудаленные прямые

линии, расходящиеся с каждой стороны от средней жилки листа, как на [фиг. 61](#). Листья сердцевидные у основания; иногда они раздвоенные, иногда хрустящие и волнистые, а стебель листа мохнатый, с узкими перепончатыми чешуйками. Каудекс очень компактный и с глубокими корнями; он не сильно удлиняется, но медленно увеличивается за счет образования новых крон вокруг старых, достигая значительного объема. От этого листья поднимаются круглыми пучками на высоту фута или более и достигают двух-трех футов в благоприятных тенистых местах. Усначала пучки прямые, но в конечном итоге они расходятся лучами и изгибаются наружу. Это растение чрезвычайно изменчиво; сотни разновидностей были найдены или выращены в Великобритании. Хотя двойные соринки характерны для *Scolopendriaceae*, они несколько отличаются у *Camptosorus*, североамериканского рода, иногда называемого Ходячим папоротником, из-за его привычки выбрасывать вперед бутон на нитевидном продолжении кончика листа, который становится новым центром роста и, таким образом, продвигает растение вперед.

Группа папоротников, называемых Диплазиями, другая секция асплениевых, типичная для рода *Diplazium*, в целом тропическая. Сорусы двусторонние, или сдвоенные, но расположены впритык к вене, в точности противоположно сколопендриям; так что индузии, вместо того чтобы открываться лицом к лицу, открываются в противоположных направлениях. Эти виды довольно многочисленны и отличаются большим разнообразием форм и характеров.

К собственно Асплениям относится один из самых распространенных у нас видов, *Athyrium Filix-femina*, или дамский папоротник, который, произрастая во влажных тенистых местах, является одним из самых элегантных британских папоротников. Его двуперстные листья варьируют от широких, почти яйцевидных очертаний до линейно-ланцетной формы. Многочисленные листья часто вырастают из каудекса в виде вазообразной композиции высотой до четырех-пяти футов, те, что в центре, почти прямостоячие, но внешние, свисающие во всех направлениях, образуют пучок прелестной перистой листвы. Соринки имеют обычно полулунную форму, как на [рис. 62](#); но иногда они настолько сильно изогнуты, что приобретают форму подковы, и реже они линейные, и в конце концов они становятся отражением роста спорангий. У некоторых разновидностей они различимы, у других настолько близки, что в конечном итоге сливаются и полностью покрывают поверхность. Филикс-фемина отличается линейным соединением язычка с листьями. Это один из самых изменчивых из всех известных папоротников и удивительно плодовитый, так что из спор могут быть выведены новые формы. В этой стране их водится очень много.



Рис. 62. *Athyrium Filix-фемина*.

Все асплении имеют линейные язвочки, прикрепленные к боковой стороне вены, так что их называют латеральными. Слизистая оболочка открывается с внутренней стороны и иногда покрыта реснитками. Существует многотропических папоротников этой группы, но род *Asplenium*, представители которого есть во всех частях света, дает восемь или девять видов в Великобритании.



Рис. 63. *Асплениум рута-мурария*.

Асплениум рута-мурария, или Настенная рута, - местное горное растение, растущее пучками высотой шесть-восемь дюймов в расщелинах скал, но значительно уменьшившееся в размерах при миграции на равнины, где его можно найти на старых кирпичных стенах и пристройках. Листья дельтовидные и двуперстные, перистинки клиновидные и зазубренные или зубчатые по верхнему краю; их цвет темно-зеленый, но воткрытых местах они всегда покрыты сизоватым

выделением. Жилки отходят от ножки у основания перистиков, разветвляются выше и доходят до зубцов или зазубрин, как показано на [рис. 63](#). Соринки, которые образуются на внутренней стороне жилок, линейные, удлиненные и со временем сливаются, покрывая всю нижнюю поверхность каждой плодородной верхушки. Опушение, которое прослеживается только в более раннем состоянии плодоношения, белое, а свободный внутренний край несколько зазубренный.

Столь же заметные изменения происходят и в сорах асплениума ланцетного. Сначала, когда сорусы покрыты белым наростом, они продолговатые, но по мере увеличения становятся круглыми и в конце концов часто сливаются, образуя линию по всему нижнему краю острозубой верхушки. Этот папоротник, произрастающий на островах Атлантического океана и встречающийся на Нормандских островах, а также в приморских графствах Англии и Уэльса, растет в расщелинах скал и старых стенах или украшает стенки колодцев и заброшенных шахт. Он относится к секции, в которой есть средняя жилка.

Род *Ceterach*, по-видимому, принадлежит к тому разделу папоротников, у которых есть вертикальное кольцо и нет *indusium*; но его сходство тесно связывает его с *Asplenium*. Недостаток индузия у него восполняется, возможно, вызванным обилием зябких чешуек, покрывающих тыльную сторону листьев. Боковые вены чередуются и нерегулярно разветвляются, причем ветви анастомозируют по направлению к краю. Сорусы продолговатые или линейные, прикреплены к верхней стороне передних ветвей, за исключением последней, которая находится на противоположной стороне нижней ветви. Британский вид, *Ceterach officinarum*, или Чешуйчатая селезенка ([рис. 64](#)), имеет глубоко перистые, ланцетные листья с продолговатыми, тупыми, чередующимися сегментами и линейными соринками. Вся нижняя поверхность тела густо покрыта коричневыми, заостренными, усеченными чешуйками, по краям зазубренными, самые внешние из которых выходят за края сегментов. Они полностью покрывают соринки и поначалу полностью скрывают их из виду. На нераскрывшихся листьях чешуйки белые и серебристые. 'У этого растения есть неясная жилка, заметная только на ранней стадии плодоношения, а впоследствии в виде почти прямой мембраны, прикрепленной к задней стенке жилки. Это становится ненужным из-за расположения чешуек, которые расположены правильными рядами вдоль каждой стороны жилок и прожилок, направлены наружу и скрывают сорусы своими широкими основаниями, которые полностью перекрывают их в незрелом состоянии'.



Fig. 64. *Ceterach officinarum*.

Хорошо известно, что семена тропических растений были занесены к западным берегам Шотландии и Ирландии великими атлантическими течениями; следовательно, можно ожидать, что споры криптогамов, занесенные к нашим берегам тем же путем и обнаружившие благоприятный климат, должны были натурализоваться, как, по-видимому, имело место в древние времена в отношении *Ceterach* и *Asplenium marinum*, в результате их миграций, прослеженных м-ром Джонсоном. 'Страны, граничащие с бассейном Средиземного моря, а также острова и восточные берега Северной Атлантики, по-видимому, были первоначальными местами произрастания этого замечательного папоротника. На Британских островах его распространение слишком неравномерно, чтобы допустить, что он считается строго местным, хотя, вероятно, натурализовался здесь вскоре после появления *Asplenium marinum*.

Встречается здесь на известняковых скалах, но чаще на старых стенах и развалинах, глубоко укоренившись в гниющем строительном растворе, и часто сопровождая *Asplenium Ruta-muraria* и *Asplenium Trichomanes*. Как и другие естественные завозы с юга, он наиболее обильно встречается в западных приморских графствах, которые получают более прямое приливное течение, и медленно продвигается к северной и центральной частям королевства. В Шотландии он еще не вышел за пределы Перта и по-прежнему считается редким видом; в то время как в Ирландии его обильное распространение, по-видимому, указывает на более раннее прибытие".

Группа *Vittariae*, состоящая в основном из *Vittaria* и *Tæniopsis*, по существу экваториальная или субэкваториальная. Растения имеют узкие лентовидные листья с голыми соринками, погруженными в самый край листа, в более или менее углубленную борозду, при этом индустрия отсутствует.

Блехнум Пряный, который может быть принят за разновидность Ломариевых, является очень декоративным папоротником с темно-зелеными линейно-ланцетными листьями двух форм; плодородные прямостоячие, пектиновые, перистые, с отчетливыми узкими линейными и острыми перистыми лепестками, в то время как бесплодные гладкие, раскидистые и перисто-

перистые, с широкими линейными, тупыми, приблизительными долями. Рахис обычно гладкий и темно-фиолетового оттенка, его безлистная часть покрыта перепончатыми чешуйками. Бесплодные листья зимой лежат на земле, в то время как плодородные стоят прямо стоячими, плодоносят с мая по октябрь и увядают, когда сбрасывают споры. У плодоносящих листьев боковые жилки чередуются и тянутся косо вверх, примерно на полпути к краю доли, когда, внезапно поворачиваясь, каждая из них проходит параллельно средней жилке и анастомозирует с той, что находится над ней, образуя, таким образом, продольную жилку, на которой размещается сорус, образуя линию с каждой стороны средней жилки; она покрыта непрерывным узлом, похожим на рубчик, который открывается с внутренней стороны (рис. 65). У бесплодных листьев вены не анастомозируют по краям доли. Этот вид распространен почти во всех частях Великобритании и распространяется по континенту от шведской Лапландии до границ Средиземноморья.

Виды *Lomaria* отличаются тем, что плодоносящие листья сжаты, так что созубик довольно краевой; но есть много видов *Blechnum*, у которых удлиненный созубик, расположенный параллельно средней жилке, довольно удален от края, гораздо больше, чем у *Blechnum Spicant*.

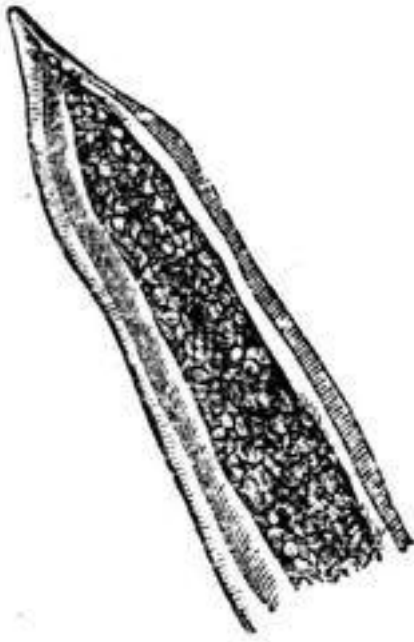


Рис. 65. Блехнум пряный.



Рис. 66. Птерис аквилинский.

Род *Pteris* - это разновидность другой группы, *Pterideae*, у которой соринки образуют непрерывную краевую линию, покрытую загнутым над ней ослабленным краем листочка и образующую опушение. Такого строения большинства видов *Pteris*, большого семейства, обитающего в тропиках и очень широко распространенного почти во всех частях земного шара. Однако у папоротника обыкновенного, или папоротниковидного папоротника (рис. 66), у которого боковые жилки листа разделяются два или три раза, прежде чем они достигают края, а концы ветвей анастомозируют и образуют жилку на внешнем или крайнем краю листа, спорангии образуются на верхней поверхности краевой жилки и окружены кожицей с обеих поверхностей листа; так что плодоношение, которое складывается на нижней поверхности листа, находится на самой ранней стадии развития. Его развитие заключено между двумя тонкими мембранами, края обеих из которых покрыты реснитчатыми соединяющимися волосками, в то время как под микроскопом будет обнаружено, что их клеточная структура отличается в соответствии с клеточной структурой верхнего и нижнего эпидермиса, от которых они являются отдельными продолжениями. Этот папоротник настолько распространен в Британии, что в некоторых местах исключает почти все другие виды растительности, и настолько хорошо известен, что может показаться излишним упоминать, что листья у него дельтовидные, с удлинением, похожим на стебель черешком, разделенным на два или три раза, первичные верхушки противоположны, конечные сегменты продолговатые, тупые и сливающиеся. В каждой части света есть экзотические формы *Pteris*, которые являются простыми разновидностями *Pteris aquilina*, так что можно сказать, что папоротник считается наиболее широко распространенным из всех растительных видов, простирающимся с запада на восток, на обоих континентах и островах, в зоне, простирающейся от Северной Европы и Сибири до Новой Зеландии, где он представлен хорошо известным *Pteris esculenta* и, возможно, идентичен ему.

Allosorus crispus, папоротник-петрушка или Вьющийся каменный папоротник, который может быть принят за разновидность своего рода, некоторыми авторами отнесен к той же группе *Pterideae*, хотя другие рассматривают его как одно из полиподий. Это симпатичный маленький папоротник, растущий пучками в защищенных расщелинах горных скал, от Лапландии до

Средиземноморья. Листья дельтовидные, дважды или трижды перистые, двух видов. Конечные отделы бесплодных листьев имеют клиновидную, срезанную и зубчатую форму; плодородные листья линейные, продолговатые и цельные. Хотя соринки сначала округлые и расположены вблизи концов боковых жилок, в зрелом возрасте они сливаются и, будучи покрыты загнутым краем верхушек сжатых, но почти не измененных плодоносящих листьев, а не опушением, по плодоношению они имеют некоторое сходство с *Pteris aquilina*.

Адиантеи образуют чрезвычайно многочисленную и в основном тропическую группу папоротников, у которых корневище ползучее или шаровидное. Их соринки линейные или продолговатые, прямые или изогнутые и растут на нижней стороне краев листа, которые загнуты вместе с ними и, таким образом, служат опорой. Адиантум имеет свободное жилкование, но Хевардия, родственный род, имеет сетчатое жилкование. У *Adiantum* есть линейные, продолговатые или полулунчатые соринки, расположенные по краю листа. Из семидесяти видов адиантума только *A. pedatum* и *A. Capillus-Veneris*, первый американский, последний британский, являются обитателями холодного климата. Считается, что *A. Capillus-Veneris*, повсеместно распространенный в теплых широтах, в древние времена мигрировал в мягкие и влажные юго-западные графства Англии и Ирландии.

Adiantum Capillus-Veneris, или Девичий волос, имеет тонкое, черное, чешуйчатое, ползучее и ветвящееся корневище, от концов которого отходят мягкие пучки листьев высотой от нескольких дюймов до фута. Стебли с их очередными ответвлениями и веточками тонкие, похожие на волосы, черновато-фиолетового оттенка. Капиллярные веточки несут на своих концах тонкие, яркие, но сизовато-зеленые клиновидные листья, зазубренные по краям. Волокнисто-сосудистые пучки, которые пересекают стебли и ветви, достигая листьев, разрастаются в пальчатое жилкование, которое заканчивается по краю раздвоениями; и на них, в плодоносящих листьях, располагаются округлые сорусы, покрытые поперечными продолговатыми складками по краю листа, как на [фиг. 67](#). Эти изящные папоротники растут почти исключительно во влажных тенистых расщелинах скал под струями каскадов и еще пышнее в густых тропических лесах, где воздух насыщен теплыми испарениями.

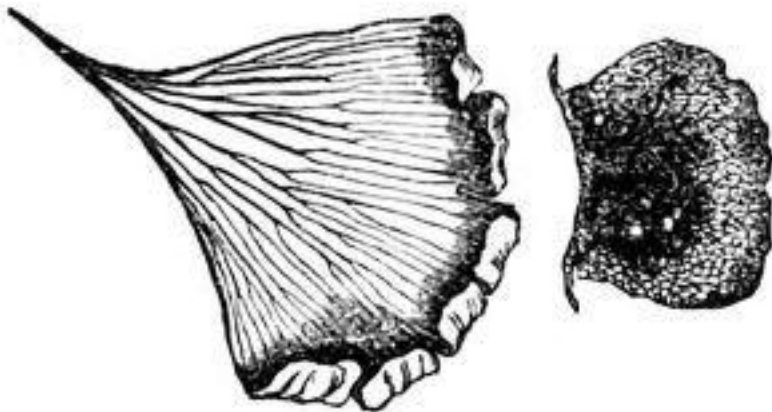


Рис. 67. Адиантум венерический.

Акростиhi относятся к числу наиболее замечательных папоротников, у которых вся нижняя поверхность листа без разбора покрыта голыми соринками, а у некоторых видов и верхняя поверхность. Они расположены на жилках, откуда простираются в промежутки между плодородными листьями, которые иногда сильно сужены. Почти все эти виды относятся к тропическим или субтропическим районам. Новозеландский вид ломариопсиса взбирается на высокие деревья благодаря своему крепкому корневому каудексу, и у него разные листья на разных частях растения.

Циатеины - это в основном древовидные папоротники, и, за исключением некоторых ископаемых видов, содержат благороднейших представителей криптогамной флоры. Их плодоношение состоит из точечных сор, в которых обычно сжатые косые спорангии располагаются на приподнятом цветоносе, который образует приподнятую точку на поверхности листьев, когда спорангии удаляются. Из них у *Alsophilleae* нет настоящего выступа, в то время как у *Cyathea* индузий сферической формы, расширяющийся сверху или снизу и образующий чашечку вокруг соруса. Мясистая субстанция стебля *Cyathea medullaris* была обычным продуктом питания новозеландцев.

У глейхенины есть ползучее или вьющееся корневище и шаровидные или тригональные спорангии, немногочисленные и расположенные радиально, так что узкий конец находится внутри. Они часто располагаются в небольшой впадине и сильно облиственны. Листья обычно раздвоенные или трехраздельные, средняя ветвь иногда снабжена небольшим телом, похожим на луковицу. В основном это тропические или субтропические растения, но некоторые виды произрастают в Чили, Новой Зеландии и Японии.

Трихоманиновые довольно хорошо отличаются от других папоротников своей прозрачной перепончатой текстурой. Что касается их технических признаков, они имеют наклонное и полное кольцо со спорангиями, которые имеют линзовидную форму и собраны вокруг более или менее удлиненного сосуда, который свободен либо в чашечке в форме урны, либо в двухклапанном узле, выступающем с края листа. В основном это обитатели влажных тропических лесов или внетропических регионов с влажной и умеренной температурой. Великобритании принадлежит только один вид рода *Trichomanes* и два вида рода *Hymenophyllum*, в то время как виды этих двух родов составляют пятую часть папоротниковой растительности наших островов-антиподов Новой Зеландии. Более чем сомнительно даже, что *Trichomanes radicans*, или Щетинистый папоротник, является местным, поскольку он не встречается ни в какой другой части Великобритании, за исключением ирландских графств Корк и Керри, растет на камнях с каплями и водопадах или свисает со стен и крыш пещер; и поскольку он также встречается в Вест-Индии и на островах Северной Атлантики, его транзит может быть объяснен, как и в других случаях.



Рис. 68. Радикалы трихоманов.

Листья щетинистого папоротника, *Trichomanes radicans*, несколько дельтовидной или более вытянутой формы, тонкие и красиво сетчатые, если рассматривать их под микроскопом. Они поднимаются через определенные промежутки времени из ползучего корневища, щетинистого, с узкими сочленяющимися чешуйками, которое часто покрывает сеть темного цвета самые отвесные скалы, на которых растет. Основа ветвится и разветвляется три или четыре раза, и вся она отчетливо крылатая с обеих сторон в плоскости листа, последовательные ответвления, проходящие через облиственную часть, становятся жилками этих частей, так что сегмент листа представляет собой просто крылатую жилку, крылья на ветвях, однако, шире, чем у основания. Жилки, которые делятся попеременно, твердые, деревянистые и проволокообразные, и, когда они бесплодны, заканчиваются, не доходя до концов сегментов; но, когда они плодородны, они выходят за пределы сегмента, ткань которого отделяется и растягивается в виде более или менее удлиненной чашечки вокруг удлиненной жилки. У основания этой жилки спорангии образуют небольшое шаровидное скопление; и по мере того, как они приближаются к зрелости, жилка выступает в виде щетинки далеко за пределы горловины чашечки (рис. 68). Чашечка у более пышной формы растения крылатая из-за двойного слоя ткани, составляющего сегмент, к которому она принадлежит, и не разделяющегося по всей ширине. Чашеобразный цилиндр, слегка сжатый в плоскости лепестка, указывает на его происхождение.

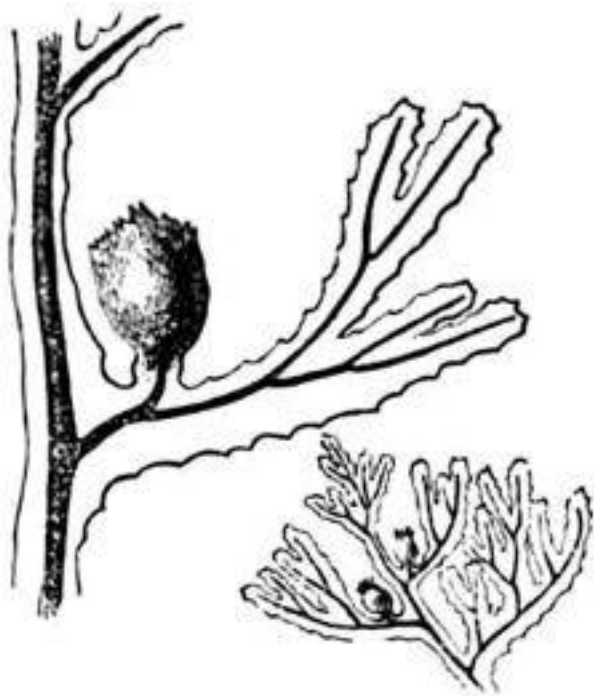


Рис. 69. *Hymenophyllum tunbridgense*.

Небольшое различие в плодоношении отличает *Hymenophyllum tunbridgense*, или Пленочный папоротник (рис. 69), от *Trichomanes*, поскольку у обоих ползучее корневище, из которого через короткие промежутки времени вырастают отдельные листья. Покрываемые листьями части листьев представляют собой просто жилки крыльев, а сами крылья состоят из двух слоев мелкоячеистой клетчатки. Гименофиллум отличается от трихоманов двухстворчатой чашечкой с острыми зубцами, которая полностью скрывает плодоносящую жилку, в то время как у трихоманов чашечка более цилиндрическая, с гладкими краями, сплодоносящей жилкой, выступающей далеко за ее пределы (рис. 68). Красивый маленький пленочный папоротник с полупрозрачными листьями высотой не более двух-трех дюймов растет на тенистых влажных камнях, среди мха на ветвях и корнях старых деревьев, а также на земле возле озер и речушек. Он достаточно вынослив, чтобы жить в высокогорьях Шотландии; но *H. unilaterale*, гораздо менее красивое растение, имеет свои границы в Унсте, самом северном из Шетландских островов. Плодоношение у последнего растения, хотя и одинаковое по положению, черешковое, а не сидячее. Оболочка округлая ияйцевидная, а не чашевидная, с сильно раздутыми выпуклыми клапанами, сходящимися по краям, но не сжатыми к вершине.

Шизофреницы - это многие из них, вьющиеся по папоротникам, и по большей части тропические. Лигодиум суставчатый (*Lygodium articulatum*) в Новой Зеландии растет на деревьях высотой от пятидесяти до ста футов, а его жесткие жилистые стебли используются для изготовления веревок. В одной группе этого отряда, представленной лигодиями, спорангии расположены в задней части листа в виде усеченных краевых шипов, образованных трансформацией конечной верхушки. В другом отделе, представленном *Schizae*, плодоносящие шипы действительно находятся на нижней стороне листа, но при перевернутом листе они кажутся верхними.

Цератоптеридины, иногда называемые паркериевыми, - это тропические водные папоротники, чьи бесплодные перепончатые листья с толстой сосудистой ножкой плавают на поверхности воды, и к тому времени, когда они почти загнивают, плодородные листья становятся совершенными. Последние более прямостоячие, многократно разделенные и раздвоенные, причем деления линейные. Существует только один род, *Ceratopteris*, у которого есть непрерывные сорусы, занимающие продольные жилки по краю ветви и покрытые индусиоидным краем. Спорангии имеют очень широкое неполное кольцо и соединяют папоротники без колец с группой, которая ими обладает. Споры треугольные и отмечены тремя наборами концентрических гребней.

Порядок *Osmundineae* содержит *Osmunda regalis*, который считается лучшим из всех европейских папоротников, который распространен по всей Великобритании на влажных губчатых почвах и, по-видимому, является единственным европейским видом из группы. Листья растут пучками из толстого древесного каудекса, который ветвится и широко распространяется за счет образования боковых крон, но, если ему помешать, он удлиняется и поднимается в вертикальном положении на высоту двух или даже трех футов над почвой. Бесплодные листья больших пышных кустов сильно развиты и достигают высоты от шести до девяти или даже одиннадцати футов; плодородные листья короче и их меньше в количестве. Повсюду преобладает двуперстный характер; первичные отделы противоположны, вторичные чередуются, а верхушки продолговатые и противоположные. Скульптурные спорангии имеют очень рудиментарное кольцо, а на плодоносящих листьях четыре или пять нижних пар шипиков имеют облиственный характер, в то время как на остальных вместо шипиков образуются скопления спорангий. Спорангии на плодоносящих ветвях сначала бледно-зеленые, но постепенно становятся красновато-коричневыми, отсюда и название Цветущего папоротника. Секция *Leptopteris* рода *Todea*, почти характерная для Новой Зеландии, имеет красивые прозрачные листья с голыми спорангиями, расположенными на жилках, образуя очень сильно разбросанные соринки.

Мараттиевые могут быть частично известны по их огромному шаровидному корневищу, выступающему над землей, и грубым отросткам, с которых опали черешки листьев. Из нее выходит несколько крупных волокнистых корешков, состоящих из клетчатки, богатой крахмалом, с регулярно распределяемыми по ней небольшими пучками фиброзно-сосудистой ткани. Ножки имеют пару органов, похожих на прилистники, у основания; а соринки представляют собой либо продолговатые листья двойного ряда спорангий, которые в некоторых случаях являются бетонными, либо они круглые, со спорангиями кольцеобразно бетонными, либо они сросшиеся по всей плодородной части. Эти особенности, соответственно, отличают меньшие группы *Marattineae*, *Kaulfussineae* и *Danæineae*, в то время как сама группа *Marattiaceae* отличается от *Ophioglossaceae* тем, что ее соринки расположены на спинке, или под поверхностью, плоских листовых листьев. Листья *Angiopteris evecta* используются в качестве ароматизатора на Сандвичевых островах, а его корневище используется в пищу, как и у *Marattia salicina* в Новой Зеландии.

Офиоглоссовые, или папоротниковидные языки гадюки, немногочисленны и сравнительно мало отличаются по структуре. Они известны среди ряда *exannulate*, из *Marattiaceae*, тем, что их плодородные листья сжаты, их спорангии расположены по краям, так что, будучи полностью занятыми спорангиями, плодородные листья выглядят так, как если бы они были соцветием,

отличным от листовых органов, что на самом деле является аналогией. В этой группе есть еще одно отличие, заключающееся в том, что ветви расположены не по кругу, а прямолинейно.

Эти папоротники-язычки гадюки - карликовые травянистые растения, сильно отличающиеся по строению от настоящих папоротников, хотя есть некоторое сходство с ними в плодоношении. Они делятся на четыре рода, из которых наиболее известны *Ophioglossum* и *Botrychium*. Основание стебля толстое, луковичной формы, от него отходят раскидистые сочные корни. Виды рода *Ophioglossum* - это в основном растения теплого климата, но *Ophioglossum vulgatum*, или Язык обыкновенной гадюки, распространен почти во всех частях земного шара. В Англии он чрезвычайно распространен на лугах и пастбищах и варьируется в высоту от нескольких дюймов до фута во влажной почве. У него одна бесплодная яйцевидная и одна плодородная линейная ветвь. Бесплодная ветвь желтовато-зеленого цвета обволакивает стебель плодородной ветви наподобие покрывала; ее форма яйцевидная, от яйцевидно-ланцетной до более или менее тупой, со сложной сетью анастомозирующих жилок. Двустворчатые спорангии образуют два параллельных ряда по краям булавовидных окончаний плодородной ветви. Вскоре после опадания плодовистья отмирают, но предварительно у основания растения образуются одна или две почки, которые остаются в состоянии покоя до следующей весны.^[74]

Род *Botrychium* насчитывает несколько видов, около половины из которых произрастают в Северной Америке. *Botrychium Lunaria*, или Лунная трава, - единственный вид, произрастающий в Великобритании. Это растение высотой от пяти до шести дюймов имеет довольно длинный сочный стебель, покрытый у основания темными перепончатыми остатками увядших листьев. У него одна бесплодная ветвь, основание стебля которой представляет собой оболочку, из которой поднимается высокая плодородная ветвь. Голая ветвь имеет от трех или четырех до семи пар противоположных гладких перьев, полулунчатой формы сизовато-зеленого цвета, перекрывающих друг друга; они гладкие, зазубренные по краю и иногда лопастные, что придает им форму веера. Плодородная ветвь длиннее бесплодной и заканчивается метелкой или тирсом. Крупные двустворчатые спорангии расположены двумя правильными рядами на делениях метелки и направлены к верхней или внутренней стороне листа. Это плодоношение имеет сильное сходство с плодоношением *Osmunda regalis*, Цветущего папоротника.

Предполагалось, что стебель этого растения твердый и разветвленный, что ни в коем случае не соответствует действительности; при вскрытии оказывается, что он полый, и у его основания можно обнаружить более или менее идеально сформированные листья следующего года и зачаточную почку следующего года внутри последнего; положение бесплодных и плодородных листьев меняется в последовательном развитии на противоположное.

РАЗДЕЛ IX.

EQUISETACEAE, ИЛИ ХВОЩИ.

Хвощевидные - безлистные травянистые растения, ежегодно обновляющиеся за счет ползучего корневища и растущие на болотистых землях, в бассейнах и канавах, на берегах речушек и разливов рек, от Лапландии и Сибири до тропиков. Существует всего один род и несколько видов. Самые крупные из десяти или одиннадцати видов, которые произрастают в Великобритании, не превышают пяти-шести футов в высоту, но в теплом климате они достигают больших размеров. Хвощи начинают свою жизнь точно так же, как папоротники; ибо, когда спора начинает прорастать, она образует мархантиоидный лист, или проталлус, лежащий плашмя на земле, на котором образуются антеридии, полные клеток, в каждой из которых находится сперматозоид с многочисленными ресничками. Архегонии также образуются на проталлусе. Они после оплодотворения дают начало совершенному растению, которое выбрасывает корневище, из которого образуются новые побеги. 'Структура корневища сильно отличается от структуры папоротников. На ранней стадии он состоит из центрального столба клетчатки, от которого отходят около восьми расходящихся пластинок, которые соединяют его с внешним цилиндром из той же ткани, и напротив каждого из которых в центральном столбе имеется сосудистый пучок, состоящий из кольцевых сосудов, переходящих в спираль. В более поздний период ткани прорастают из стенок в полости таким образом, что они более или менее полностью стираются'.^[75] Из корневища, которое часто простирается на большую длину, поднимаются стебли хвощей в виде грубых, жестких, полых цилиндров, исчерченных в продольном направлении и сочлененных через определенные промежутки разделяемыми суставами. Каждое сочленение у основания покрыто зубчатым перепончатым влагалищем, из-под которого у большего числа видов отходят завитки ветвей, сочлененные подобно стеблю и сходные с ним даже по количеству зубцов во влагалищах и бороздок на поверхности, но неразветвленные.

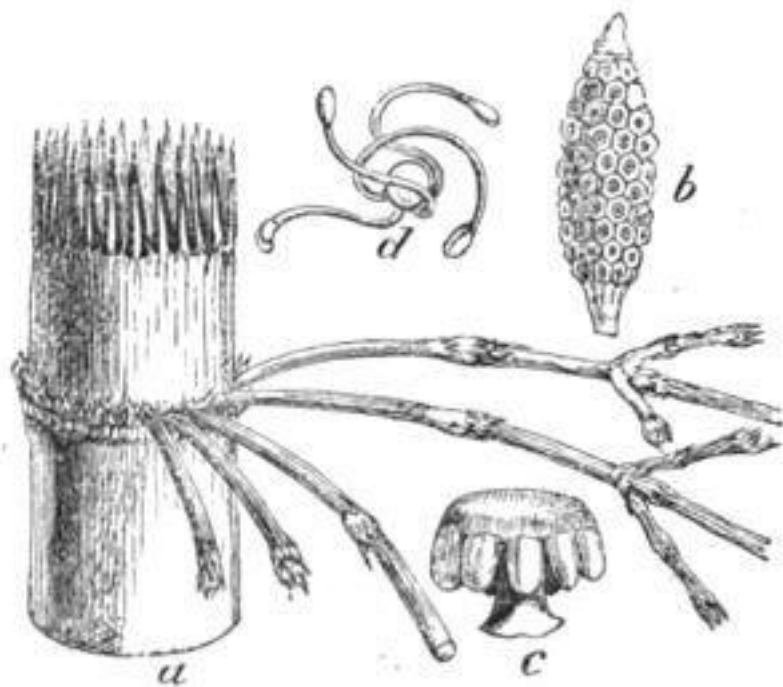


Рис. 70. *Equisetum giganteum*:—*a*, фрагмент стебля с ветвями; *b*, шишка или колос плодоношения; *c*, одна из чешуек шишки; *d*, спора с эластичными нитями.

Иногда плодоношение происходит на отдельных стеблях, которые появляются раньше бесплодных и, как правило, не разветвленные и сочные, с конусом на вершине. Поверхность конуса сначала гладкая или нечетко сетчатая, но со временем она распадается на многочисленные восьмиугольные коричневые щитовидные диски, расположенные по спирали, которые, отделенные от ножки, имеют ножку и несут на нижней стороне четыре или восемь висячих мешковидных телец беловатого оттенка. Это спорангии, которые открываются изнутри щелью для выхода спор. Внутренняя оболочка клеток спорангия состоит из красивой спиральной ткани. Споры возникают в результате клеточного деления, каждая из которых покрыта отдельной мембраной, которая в конечном итоге образует пару эластичных волокон, прикрепленных к середине, плотно обвитых вокруг споры, поскольку она образуется внутри клетки; но когда спора высвобождается, они вытягиваются; однако малейшая влага, даже дыхание, заставляет их сокращаться.

Equisetaceae отличаются от папоротников наличием спиральных, а не скаляриевидных сосудов в их структуре; но они сходятся в том, что у них только один период оплодотворения, после которого они год за годом дают урожай спор, которые при посеве дают начало первичному листу с его антеридиями и архегониями — вечный цикл.

Все вещество стеблей *Equisetums* настолько пропитано *silica*, что после разрушения травянистой части остается кремнистый скелет, а у некоторых видов его содержание достигает тринадцати процентов. всего растения и пятьдесят процентов. установлено, что его зола представляет собой чистый силекс. Благодаря кристаллизации силекса, хвощи образуют одни из самых красивых микроскопических объектов. Если фрагмент кутикулы увеличить и рассмотреть в поляризованном свете, цвета будут интенсивными и яркими, а расположение кремниевых частиц настолько сложным и симметричным, что они напоминают ожерелья из бриллиантов и цветных драгоценных камней. Ряды кристаллов тянутся линиями, параллельными оси ножки, причем большее количество расположено таким образом, но остальные сгруппированы так, что образуют овалы, соединенные вместе цепочкой частиц, образующих своего рода криволинейный четырехугольник, причем эти ряды овальных комбинаций расположены попарно. Эффект получается блестящий, когда они видны в поляризованном свете. Согласно сэру Дэвиду Брюстеру, каждая частица имеет правильную ось двойного преломления; но профессор Бейли из Соединенных Штатов Америки утверждает, что эффект при поляризованном свете создается не кремниевыми частицами, а организованными тканями, поскольку после их разрушения силекс не проявляет двойного преломления.

Сосудистая ткань хвощей показывает, что они относятся к более высокому классу, чем папоротники. Современные формы сильно различаются по размеру, но даже гигантский хвощ из Бразилии, достигающий восемнадцати футов в высоту и трех четвертей дюйма в диаметре, несравнимо меньше каламитов и других ископаемых хвощей, которые встречаются в каменноугольных пластах и новом красном песчанике. Современные виды встречаются в Исландии и высоких северных широтах Америки, в тропиках и в большинстве частей света, за исключением Австралии и Новой Зеландии.

СЕКЦИЯ X.

МАРСИЛЕЕВЫЕ, ИЛИ РИЗОСПЕРМНЫЕ.

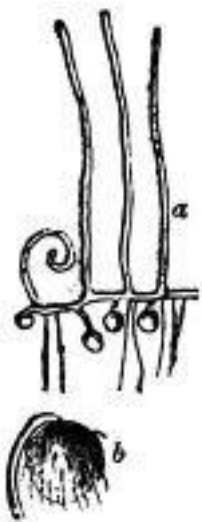


Рис. 71. *Pilularia minuta*:—*a*, взрослое растение, натуральный размер; *b*, цветонос, слегка увеличенный.

Марсилеевые (Marsileaceae), естественное племя небольших многолетних водных трав, имеют нитевидное ползучее корневище с очередными прямостоячими листьями, изогнутыми по вертикали, как у папоротников. Спорангии заключены в овальные или сферические кожистые капсулы, или вместилища, которые содержат две непохожие формы репродуктивных органов — спорангии и антеридии, и расположены сидя, или почти так, на корневище у основания листьев, откуда и пошло общее название ризоспермы. *Pilularia globulifera*, или Пилюлька, единственный британский вид своего рода, может быть отнесен к типу. Его корневище стелется по песку или илу, по краям озер и лужиц, где оно всегда затоплено, или в песчаных или щебнистых местах, которые лишь изредка затопляются. Через равные промежутки времени корневище выпускает пучок корней и пучок листьев напротив них; листья гладкие, прямостоячие и очень тонкие, в глубокой воде почти волосовидные, высотой от четырех до пяти дюймов. Одиночные шаровидные цветоносы, коричневые, волосистые, размером с небольшую горошину перца, вырастают из пазух листьев, опирающихся на такой короткий стебель, что кажутся сидячими. На рис. 71 показан алжирский вид в натуральную величину. Сосуды разделены поперечными перегородками на две или более ячеек, а при созревании разделяются на четыре равные створки. Каждая клетка имеет своего рода плаценту, к которой прикреплены спорангий и антеридии; и ее верхняя половина выстлана тремя мельчайшими, сидячими, обратнойцевидными, желтоватыми телами, которые являются антеридиями; другая половина занята более крупным, округлым или продолговатым сидячим спорангием, содержащим одну спору, которая имеет прочную наружную оболочку, сужающуюся к заострению и оставляющую полость в верхней части ядра. Согласно Хофмайстеру, эта полость

заполняется клетчаткой, образуя конический выступ, сливающийся с ядром. В центре образуется одиночный архегоний, отверстие которого соответствует верхушке проталлуса. Антеридии содержат многочисленные гранулы, из которых в конечном итоге развиваются длинные спиралевидные нежные сперматозоиды.^[76] Зародыши молодых растений выталкивают свои корешки в одном направлении, чтобы прикрепить их к почве, а ветку или лист - в противоположном направлении. Таким образом, эти крошечные растения, так близко приближающиеся к однодольным, демонстрируют высокую организацию, уступающую только ликоподам.

Группа включает роды *Marsilea*, листья которого состоят из клиновидных долей и напоминают листья некоторых бобовых растений; и *Salvinia* и *Azolla*, оба из которых состоят из небольших плавающих растений, которые в основном встречаются в тропических или субтропических странах.

РАЗДЕЛ XI.

ЛИКОПОДИЕВЫЕ, ИЛИ КЛУБНЕВИДНЫЕ МХИ.

Клубневые мхи - в основном многолетние растения с тонкими ползучими стеблями, часто длиной в несколько футов или ярдов, иногда прямостоячими и покрытыми маленькими, сидячими, плотно посаженными, часто опушенными листьями без прожилок. В некоторых случаях они имеют повадки, напоминающие повадки хвойных деревьев. Стебли состоят из массы толстостенных, часто точечных клеток, окружающих один или несколько пучков скаляриевидной ткани, от которой отходят ответвления к каждому листу и почке.

Скаляриевидная ткань сопровождается мелкими, удлинёнными, а иногда и довольно грубыми клетками, которые иногда имеют сетчатую структуру. Стебель приближается к стеблю папоротника, но пучки сосудистой ткани ограничены центром. Ветви стеблей часто раздвоенные и заканчиваются одним или парой конусообразных шипов, которые либо сидячие, либо черешковые. Спорангии сидячие в пазухах усеченных листьев или прицветников, покрывающих шишки. Два вида растут на одном и том же растении, один из них двустворчатый, содержащий порошкообразное вещество, частицы которого при большом увеличении оказываются шаровидными сперматозоидами: они непрорастают; а другой трехстворчатый, заключающий в себе сравнительно крупные, почти сферические гранулы, отмеченные тремя выступающими гребнями, расходящимися от одного конца. Они, несомненно, прорастают, образуя путем клеточного деления проталлус из шестиугольной клетчатки, прилипающий к спорам и сливающийся со ними, как у марсилеевых, или проникающий в их полость, но безвыступающих нитей, как у папоротников или мхов. На этом проталлусе вскоре образуются архегонии, зародыш формируется из клетки у его основания; от этого с одной стороны отходят корни, а с другой - крошечный стебель с двумя первичными листьями молодого растения. Растение, таким образом, имеет близкое сходство с молодым растением двудольных и

демонстрирует в отношении плодоношения наивысшую организацию, на которую способны криптогамы, хотя по своим тканям ликоподии уступают Equisetaceae и Marsileaceae.

Существует четыре рода этого отряда, очень широко расселенных, наиболее распространенных и крупных в жарких влажных частях Индии и на индийских островах, но ими покрыты большие площади в пределах арктических кругов и в умеренных широтах. Существует 200 видов рода *Lycopodium*, или Волчий коготь, и из них только шесть являются местными в Британии; они растут в очень открытых местах, как в случае с *L. clavatum*, который обитает на высокогорных пустошах и пастбищах, и у которого есть лежащий стембель, стелющийся на много футов или ярдов, выпускающий ветви во все стороны, с парой шишек на концах и прочными корнями через определенные промежутки времени, чтобы прикрепить его к земле. *Lycopodium inundatum* образует большие участки на болотах на юге Англии. В Новой Зеландии гораздо больше видов этого рода, чем в Великобритании, и некоторые из них самые благородные. Высушенные споры *L. clavatum* настолько легко воспламеняются, что их использовали на сцене для создания эффекта молнии. Из некоторых клубневых мхов получается синий краситель, цвет, который в настоящее время получают лучшего качества из каменноугольной смолы. Другие обладают катарсическими свойствами, но, хотя их использовали как лекарство, они очень опасны из-за сильного воздействия.

Род *Selaginella* имеет внешность, похожую на мох. Стебель обычно ползучий и выглядит плоским из-за того, что покрыт разнолистными листьями; но иногда он высокий и прямостоячий, с перистыми ветвями, покрытыми листьями. Спорангии представляют собой мешочки с двумя или тремя клапанами, содержащие крупные споры и субшарообразные антеридии, содержащие оранжевые или мельчайшие алые тельца, которые в конечном итоге развиваются в сперматозоиды. Эти виды очень многочисленны и очень разнообразны, в основном тропические.

Сравнивая структуру стеблей ископаемых растений, сигиллярии и лепидодендрона, доктор Хукер приходит к выводу, что они являются высокоразвитыми ликоподами, близко приближающимися по строению к высшему классу растений. Стебли первых отличаются главным образом размером от стеблей ликоподиума, а шишки лепидостробуса отличаются большим развитием и толщиной чешуи от шишек хвойных деревьев. Споры *Lepidostrobus ornatus* тоже сферико-четырёхгранные, как и у *Lycopodium*. Но, несмотря на то, что существующие ликоподии уступают своим ископаемым предкам, их аналогия с хвойными деревьями придает им более высокое положение в растительном мире, чем их высоким и грациозным союзникам, "древовидным папоротникам".

Постепенное изменение структуры от низшей к высшей криптогамной форме сопровождается исключительным разнообразием способов размножения и уровнем жизненной энергии, которого едва ли можно ожидать, по крайней мере, у существ такой низкой организации, как дрожжевое растение, которое производит геммы в огромном и быстром изобилии, причем каждый гемм или бутон является лишь факсимилеродительской клетки. Аналогичным образом материнское растение воспроизводится путем прорастания зеленых зооспор, зеленых шаровидных клеток в листьях лишайников, подвижных гонидий и дисков в корзинках *Marchantia*, особенно у *Marchantia polymorpha*, у которых настолько мощная растительность, что они образуют устья с той стороны, которая обращена к свету, и корни с другой. Результатом всего этого является особь, совершенно похожая на своего родителя, как та, что образуется при

распускании почек и срезке с дерева, или пазушные плодовые почки бегонии. Листья этого цветущего растения, а также ахименеса и глоксинии обладают свойством воспроизводить материнское растение, поскольку при укладке на влажную землю и надрезании в разных местах молодое растение поднимается с верхней стороны надлома, а корни пускаются снизу. Хотя этот способ роста напоминает прорастание эмбриона архегония, он сильно отличается, поскольку эмбриональная клетка оплодотворяется сперматозоидами, так что определенная аналогия есть, но ни малейшего сходства нет. Высшие классы растений могут воспроизводить материнское растение многими способами, но в них нет ничего общего ни с чередованием поколений, наблюдаемым многими низшими видами, ни даже с конъюгацией, подобной десмидиевым и диатомовым водорослям. Возможно, споры, возникающие в результате этих двух способов размножения, а также споры в состоянии покоя, могут давать новые виды; безусловно, споры, возникающие в результате плодоношения, иногда дают новые сорта.

Многие споры производят растение непосредственно, другие - опосредованно, как большинство грибов; но если определение совершенного растения сводится к тому, что приносит плодоношение, то мицелий гриба составляет растение, поскольку сам гриб - это всего лишь разновидность спорангия или споровой коробочки. Тем не менее, споры пуччинии и других микроскопических грибов, которые являются причиной ржавчины и мучнистой росы в пшенице, дают начало своего рода проталлусу, 'слегка затеняющему' проталлус маршантии и мхов, которые производят только спорангии, а также споры папоротников, хвощей и клубневых мхов, архегонии которых содержат зародыш самого растения. Плодоношение лycopодий является наивысшим из всех, на которые способны криптогамии, и приводит их в странную аналогию с классом цветковых. Ибо в семяпочке, или семенном сосуде цветоносной расы, образуется крупная клетка, содержащая слизистое вещество, которое вскоре после оплодотворения превращается в массу клеточной ткани, которая дает начало клетке, содержащей зародыш, точно так же, как проталлуса лycopодии дает начало архегонию, содержащему зародыш растения. Линейные листья существующих лycopодов и шишки их ископаемых союзников похожи на листья и шишки хвойных: между этими двумя группами нет родства, но существует аналогия, достаточная для того, чтобы они образовывали звенья между двумя большими подразделениями растительного царства. Lycopodiaceae, вероятно, можно рассматривать как высшую из криптогамий, а Coniferae - как низшую из класса цветоносных.

РАЗДЕЛ XII.

ОБЩЕЕ СТРОЕНИЕ ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ.

В некоторых криптогамных семействах оплодотворение происходит до того, как разовьется само растение. В двух высших классах, содержащих большие группы цветковых растений, напротив, это конечный результат образования соцветия, состоящего из чашечки, венчика, тычинок и пестиков, которые являются более поздними разрастаниями клеточных тканей и группами сосудов, которые на более ранних стадиях развития сформировали листья. Они

содержат те же материалы, и фактически это листья, измененные по форме, структуре и функциям.

Хотя почти бесчисленное разнообразие формы листьев должно приводить к соответствующему разнообразию соцветий, тем не менее общие характеристики одинаковы или сходны у обоих больших ботанических классов. Структура чашечки и венчика, образующих цветочную оболочку плодоношения, аналогична структуре листьев. Чашечка на ранней стадии состоит из нескольких частей, называемых чашелистиками, которые имеют все признаки листьев; впоследствии они иногда соединяются своими краями, образуя трубку, или иным образом видоизменяются. Венчик отличается от листа только большей утонченностью организации; у него меньше устьиц или дыхательных пор, а в прожилках меньше древесных волокон и иногда много спиральных сосудов; прожилки в лепестках нутрии и некоторых других растений полностью состоят из спиральных сосудов. Чашечка и венчик защищают плодоносящие органы, состоящие из тычинок с пыльниками и пестика или пестички.

Тычинки состоят из очень тонких нитей, а пыльники, когда они молодые и еще заключены в нераскрывшийся цветок, наполнены жидкостью, которая впоследствии превращается в нежную однородную клетчатую ткань. Затем внутренняя часть этой ткани делится на два типа клеток, один из которых образует стенки двух боковых и параллельных камер или локулов, разделенных частью, более или менее непрерывной с нитью. Клетки другого типа развиваются в пыльцевые зерна внутри камер. Они постепенно образуют цилиндрическую совокупность материнских клеток. В каждой из них в конечном итоге образуются четыре клетки, каждая из которых содержит одну пыльцевую клетку. У всех растений, за исключением водных, пыльцевые клетки вскоре покрываются отложением одного или нескольких слоев клеток, которые образуют внешнюю мембрану, на которой отпечатываются рисунки или отметины, характерные для каждого вида растений, такие как щели, точки, сосочки, резко очерченные круги, поры и т.д. Цвет внешнего слоя обычно желтый, редко зеленый, синий или красный; нить обычно белая, за исключением цвета фуксии и некоторых других. Когда пыльца созревает, камеры раскрываются, чтобы выделять ее. Отверстие обычно представляет собой щель между клапанами, которые закрывают камеры. Длина щели различна, и форма пыльцевых зерен одинакова; обычно они эллипсоидальные и утонченные на концах; но во всех случаях это красивые микроскопические объекты.

Содержимое пыльцевых зерен состоит из жидкости, содержащей слизистые гранулы, которая находится в обращении. Количество гранул увеличивается к периоду созревания, они смешиваются с масляными шариками и часто с крахмалом. Циркуляция жидкости прекращается задолго до созревания во всех случаях, за исключением опоясывающего лишая; но гранулы содержимого часто демонстрируют активное молекулярное движение внутри пыльцевых клеток и всегда после удаления даже в пыльце, взятой из высушенных образцов. После того, как жидкость перестает циркулировать, она концентрируется и сжимается; и когда пыльца заключена только в одну тонкую мембрану, она просто разрывает пузырьки; но, поскольку большинство пыльцевых зерен имеют двойную оболочку, они раскрываются в щелях, или порах, на своей поверхности, и через них внутренняя мембрана в форме трубки высовывается и выпускает свое содержимое; но оно может быть выброшено на значительное расстояние без разрыва.

Пестик в очень молодом состоянии представляет собой зеленоватое вогнутое тело, которое едва отличить от зарождающегося листа; оно становится более вогнутым; и, наконец, края сходятся и соединяются, так что образуется полое тело, которое в конечном итоге становится совершенным пестиком, состоящим из трех частей: верхушки, или рыльца, початка и завязи, в которой образуются и оплодотворяются семяпочки, или незрелые семена, которые впоследствии становятся плодом.

Яичник состоит из наружной оболочки, содержащей клетчатку, и сосудистых пучков спиральных сосудов, которые, поднимаясь вверх, сходятся к фасетке; их количество различно, иногда они разветвляются. Единственная семяпочка, представляющая собой незрелое семя, может образоваться внутри завязи, или же завязь может быть разделена на два или более отделения, в каждом из которых может образоваться семяпочка, прикрепленная к завязи массой клеточной ткани и нередко одной нитью.

Стиль, при исследовании под микроскопом, представляет собой полую трубку или канал, проходящий от полости яичника к рыльцу. Он состоит из клетчатки с сосудистыми пучками по окружности, которые прямыми линиями проходят вверх и заканчиваются ниже вершины. В некоторых случаях канал открыт; в других он закупорен рыхлой клетчаткой со множеством разрывов. Клеймо представляет собой расширение этой рыхлой ткани в том месте, где канал открывается наружу. Во время плодоношения канал початка занят мягкими влажными удлиненными клетками, смешанными с вязкой жидкостью, которая выделяется на поверхность рыльца, делая его влажным и клейким. Когда пыльцевые зерна прилипают к этому влажному веществу, трубчатый отросток их внутренней оболочки вместе со своим содержимым проходит по почкам и оплодотворяет незрелые семена.

После плодоношения пыльники, рыльце и проводящие ткани увядают, однако у многих плодов завязь и ее содержимое дополняются остатками некоторых других частей соцветия. У яблока, которое является простым фруктом, кожица чашечки образует кожицу яблока, а мякоть или съедобная часть развивается из завязи и остальной части чашечки, в то время как внутренний слой завязи образует роговые клетки, содержащие зрелые семена. У клубники, которая является сложным плодом, мякоть представляет собой увеличенную мясистую чашечку, на поверхности которой находится простой плод. У апельсина перепончатые перегородки его сегментов являются оболочкой завязи, а мякоть образована из развившейся внутри нее рыхлой крупноклеточной клетчатки.^[77] Все фрукты имеют знак стиля; это очень заметно в яблоке и апельсине. Простые плоды образуются из одного цветка; множественные плоды, такие как ананас, или ананасовая яблоня, и еловая шишка, образуются из массы соцветий в состоянии слипания.

Часто встречаются спиральные сосуды, идущие от мясистой части плодов к семенам; их очень много в семенах *Collomia grandiflora* и других, они свернуты и сжаты внешней кожицей; но они начинают вытягиваться во всю длину, как только их высвобождают. Оболочки семян различных растений, если смотреть на них в микроскоп, красиво обозначены. Семена бигнонии окружены бахромой из удлиненных спиральных сосудов, у семян мака сетчатая поверхность, и у многих из них есть крылышки, как у ясеня, или пух, как у чертополоха, чтобы их можно было разогнать ветром. Тенденция корней устремляться вниз настолько велика, что семена сами выпрямляются, в какую бы сторону они ни упали.

РАЗДЕЛ XIII.

ОДНОДОЛЬНЫЕ, ИЛИ ЭНДОГЕННЫЕ РАСТЕНИЯ.

Структура, рост и размножение цветonoсной растительности представляют наибольший интерес, хотя и сильно отличаются от тех, что представлены бесцветковыми растениями. Растения, семена которых имеют только одну лопасть, образуют переходный от низшего к высшему классу овощей и включают те, которые обеспечивают человека и животных основными продуктами питания. Все они цветonoсны и состоят из многочисленных семейств наземных и водных растений. Наиболее важными являются пальмы, которые используются в пищу в тропических странах, травы, которые являются космополитическими и социальными, покрывая обширные участки страны богатой зеленью, и в том числе *Cerealia*, которые культивировались с такой глубокой древности, что травы, из которых они были получены, неизвестны. К этому однодольному классу относятся, помимо уже упомянутых пальм и злаковых, сахарный тростник, бамбук и другие тростниковые растения, а также тростник, камыш, сосны, большинство садовых луковиц, уникальная и красивая порода орхидей и множество других декоративных и полезных растений.

Семена этого сорта состоят из тонкой кожицы, покрывающей массу белого или зеленого вещества, которое при созревании составляет крахмал и муку, содержащиеся в зерне. Внутри этого вещества находится мясистая лопасть, в одном углу которой находится молодое растение. Одинаковое общее строение прослеживается у всего сорта, хотя долька с зародышем в окружающей среде может быть покрыта твердой оболочкой, как у какао-ореха, или заключена в скорлупу, покрытую сочным плодом, как у финика. Молодое растение, находящееся в семенной доле, имеет стебель с листовой почкой или перышком на одном конце и зародышевым корнем на другом; и как только семя начинает прорасти, оно получает питание за счет превращения крахмала из окружающих веществ в сахар. Сначала все молодое растение состоит из клетчатки, но как только семенной лист появляется над почвой, он разлагает углекислоту атмосферы, поглощает кислород и уплотняет углерод. Затем внутри него образуются тяжи волокнисто-сосудистой ткани, которые сходятся у его основания и соединяются с корешком молодого растения, образуя прочную сердцевину подземного стебля, откуда спускаются настоящие корни, похожие на тонкие белые шнуры, которые снабжают растение питанием. Семенная лопасть, запустившая ток клеточного сока, исчезает, и воздушный, или надземный, стебель, который теперь состоит из сердцевины, сока, древесины и кожуры или коры, быстро увеличивается в длину до своего первого узла, или утолщенной части, где появляется первый лист или листочки, поскольку у этого сорта первые листья обычно появляются на верхушке стебля, и ежегодно за ними следуют другие, поднимающиеся над ними с верхушки удлинённого стебля, как у пальм и трав.

Стебель или ось пальмы представляет собой цилиндр с изящным шлейфом листьев на вершине и конусом белых корней у основания. Участок стебля, перпендикулярный его оси, представляет собой массу клетчатки с рядом неравномерно разбросанных по всему телу пятен темного цвета, за исключением оболочки из плотной клетчатки, которая образует своего рода кору. Темные

пятна представляют собой участки пучков, состоящих из двух или трех очень широких и крупных сосудистых протоков, заключенных в чрезвычайно тонкое древесное волокно, и спиральных сосудов, тесно прижатых друг к другу. Эти пучки после формирования ребер и ножек листьев проникают в верхнюю часть стебля, приближаются к его центру, немного наклоняются, затем поворачиваются наружу, переплетаются с пучками предыдущего года, которые прошли аналогичный путь, и образуют круг из неровных отметин на поверхности стебля. Затем стебель увеличивается в длину, и его верхушку венчает новый пучок листьев; тот же процесс повторяется; и, поскольку это продолжается бесконечно, нижняя часть стебля становится грубой, а иногда даже шероховатой, как у Пальмиры. Вследствие такого способа роста перпендикулярный участок стебля показывает серию кривых, пересекающихся друг с другом и берущих начало в точках, постепенно восходящих по мере роста пальмы в высоту. Эти изгибы исходят из каждой точки окружности стебля, проявляют свои выпуклости к центру, огибают и переходят в листья, которые длинные, ланцетные и часто перистые, с прожилками, проходящими через них в продольном направлении. У некоторых пальм большая часть центра ствола полностью состоит из клетчатки, но у каждого вида она устроена по-своему. Некоторые пальмы, например финиковая, различны: на одном растении мужские, на другом женские цветки. В этих случаях пыльца переносится с одного дерева на другое ветром или насекомыми, и, поскольку при транспортировке многое теряется, ее всегда образуется больше, чем требуется для оплодотворения женских цветков.

Злаковые очень многочисленны, но общая структура практически одинакова, будь то простая травянистая трава, сахарный тростник или бамбук. Стебель травы членистый и снабжен длинными ланцетными листьями, вырастающими попеременно справа и слева от каждого последующего сочленения, а части стебля между сочленениями охвачены и почти окружены, как ножами, расширенными основаниями листьев; ибо у этого класса растений один побег всегда вырастает из внутренней части того, что ему предшествует. В молодости стебли трав твердые, а пучки древесной ткани, окружающие сердцевину, параллельны друг другу и оси стебля; но на стыках они отклоняются в сторону и уплотняются в узел или сочленение, где они образуют новое расположение и переходят в ланцетный лист, образуя его продольные ребра. Сжатие фиброзно-сосудистой ткани настолько велико, что образует перегородку внутри ножки в виде узла. Так обстоит дело со всеми травами; сердцевина, состоящая в молодом возрасте из влажной зеленой клетчатки, вскоре отпадает, так что полностью выросшая трава представляет собой полый стебель, сочлененный через определенные промежутки сплошными сочленениями, откуда попеременно вырастают длинные узкие листья, а поскольку основания листьев неразрывны со стеблем, они не опадают при увядании.

В большинстве случаев соцветие злаковых состоит из пестика и трех пыльников; но у антоксанта пахучего, или весенней травы душистой, и некоторых других всего два пыльника, в то время как у некоторых немногих видов их более трех. В общем, цветки гермафродитные; но у некоторых родов они однояйцевые, как у *Zea* и *Zizania*; а у других они полигамны, как у *Andropogon* и *Sorghum*. Травы, по большей части, низкие и травянистые; но арундо донакс из Южной Европы, а также сахарный тростник и бамбук из тропиков - это высокие сильнорастущие растения, последние достигают 50 или 60 футов в высоту. Стебли и листья растений семейства злаковых укреплены силексом; многие из них настолько полностью покрыты им, что их листья острые, как лезвие ножа. Он придает твердость бороздкам пшеницы и ячменя и часто встречается в бетонных массах, называемых табашир, в суставах бамбука, который в индийских джунглях загорелся от трения о кремнистую оболочку во время штормового ветра. Поскольку

никакие твердые вещества не могут попасть в корни растения, *silex* должен впитываться в виде раствора; и поскольку он покрывает поверхность, которая полна пор, жидкость удаляется с потоотделением, и *silex* уплотняется. Все это семейство изобилует сахаром, а мучные изделия из него слишком хорошо известны, чтобы требовать какого-либо уведомления.

Травы, по-видимому, были средством раскрытия самой ранней зари растительной жизни для distinguished Дж. Сидни Осборн обнаружил, что бесцветная протоплазма, или организмообразующая жидкость, извлеченная из корней молодой пшеницы, самопроизвольно и одновременно образует двойные яйцевидные пузырьки, или клетки, подобные тем, которые находятся в самих корнях; и в этой жидкости, хотя и герметично закрытой в стеклянных пробирках, образование этих пузырьков или клеток было таким же активным через шесть месяцев, как и в жидкости, только что взятой из молодого растения. Мистер Осборн полагал, что эти пузырьки являются самыми ранними организмами растительной жизни, и что это прямой и преобладающий способ образования эмбриона. Это согласуется с наблюдениями господ Уэнхема и Девея.

Можно упомянуть много других очень замечательных растений, принадлежащих к однодольным, таких как драцена драконова, или Драконово дерево Тенерифа, одно из самых древних существующих деревьев; панданус, или винтовая сосна с воздушными корнями, произрастающая на островах Океании; и зостера, или морская ракушка, единственное цветущее растение, за исключением того, что обитает в океане; их цветки мелкие и обоеполые, образуются редко, но они покрывают большие площади длинными травянистыми листьями. Луковичные растения и орхидные, самые великолепные украшения наших садов и оранжерей, относятся к этому классу. Из первых особую красоту образуют подснежник, крокус, безвременник, арум, гиацинт, нарцисс, тюльпан и лилия.

Луковица - это всего лишь подземный стебель, постоянно остающийся в состоянии бутона. Он состоит из диска или конической пластинки, которая является точкой роста, из которой вырастают цветущий стебель и листья. Они окружены листовыми чешуйками мясисто-характера, накладывающимися одна на другую. Лилейные и амариллисовые содержат многие из самых замечательных и красивых луковичных растений, известных в садах. К первому порядку принадлежат гиацинт, тюльпан и лук, у которых точка роста окружена рядом мясистых оболочек, каждая из которых покрывает свою предшественницу; также как и сама лилия, в луковице которой точка роста заключена в мясистые чешуйки, расположенные рядами одна над другой. Один или два круга корней отходят от окружности диска в виде тонких, мягких, белых шнуров или нитей с губчатым окончанием клетчатки, впитывающей воду и другие жидкости для питания растения. Эти луковицы размножаются почками, или отводками, развивающимися в пазухах мясистых чешуек, которые опадают либо на первый, либо на второй год роста. Отростки также дают арум, крокус и луговой шафран или безвременник, луковицы которых образуют сплошную массу и называются клубнелуковицами. Эти смещения просто воспроизводят *факсимиле* родительского элемента. У этих и всех других цветковых растений должно произойти плодоношение, прежде чем можно будет ожидать появления новой формы или сорта.

Орхидеи превосходят все растения растительного мира по разнообразию средств, используемых природой для продолжения рода. Цветки, по большей части, одновременно и мужские, и женские, хотя некоторые растения различны, но, за исключением редких случаев,

как у Пчелиной орхидеи, ни один цветок не может быть оплодотворен без помощи насекомых. Цветы Орхидеи построены по определенному плану, который можно проследить по бесчисленному разнообразию красивых, необычных и часто гротескных форм, которые они принимают. Соответствующий сорт выставлен в замечательных ухищрениях и приспособлениях, которые позволяют насекомым, чтобы снять пыльцу с одного цветка, и носить его удобрять еще цвести.

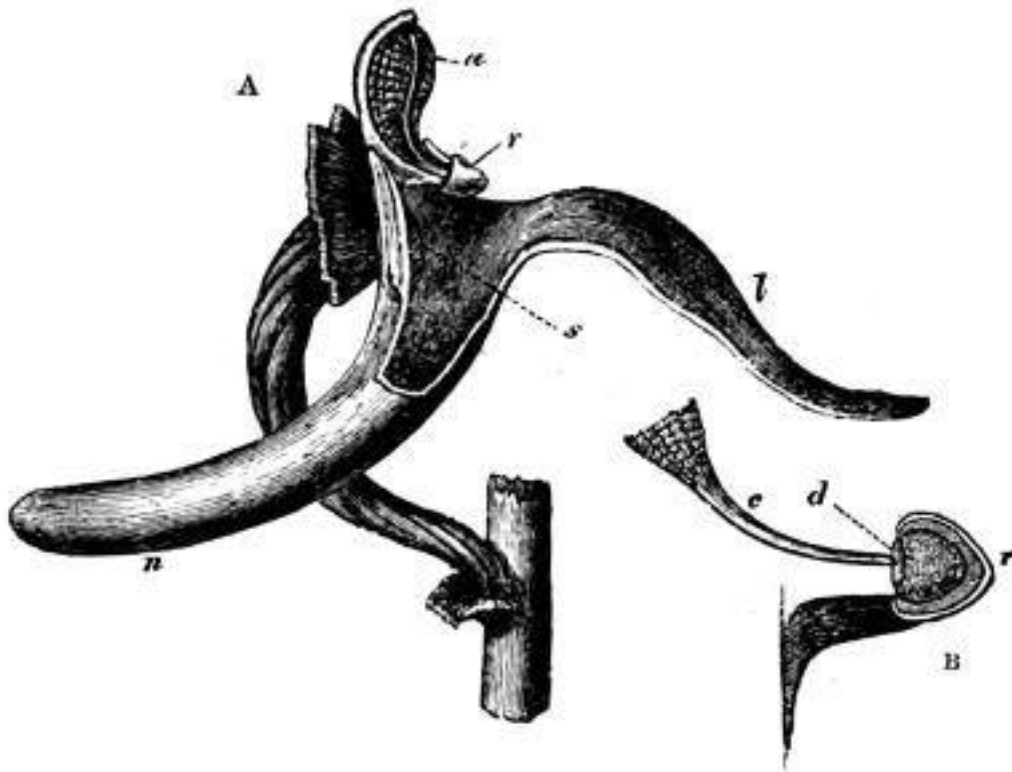


Рис. 72. Орхидея мужская: А, вид сбоку цветка, с отрезанной частью; Б, разрез с одной стороны ростеллума, с включенным диском и хвостиком поллиния; а, пыльник; r, ростеллум; d, диск.

Британские орхидеи принадлежат в основном к трем природным группам: офриевые, которые включают орхиды, *Orphrys* и другие обычные орхидеи; неоттиевые, включающие эпипактис, Неоттию, спирантес и т.д.; и Малакси, представленные *Malaxis*. Орхидеи имеют белые волокнистые корни, и многие из них представляют собой пару мясистых бугорков. Оттуда вырастает прямой стебель, заканчивающийся соцветием, каждое из которых прикреплено к стеблю скрученным черенком, содержащим завязь, как показано на [фиг. 72](#). Ребристые ланцетные листья поднимаются от корней, и некоторые из них прикреплены поочередно к разным сторонам стебля. Чашечка состоит из трех заостренных чашелистиков, один из которых перпендикулярен, остальные горизонтальны. Обычно они не зеленые, а окрашенные. Иногда все растение зеленое. Один лепесток ([рис. 72](#)) намного крупнее остальных, иногда принимая самые необычные формы. Она называется лабеллумом, или нижней губой; она выделяет нектар, сладкий сок, для привлечения насекомых, и часто образуется в виде длинного, полого, похожего на шпорку нектара, как на [рис. 72 н.](#) На той стороне шпорца, которая противоположна лепестку, органы размножения расположены так, что насекомое, садящееся на лепесток, не может просунуть свой хоботок в нектарную трубку, чтобы съесть мед, не прикасаясь к ним.

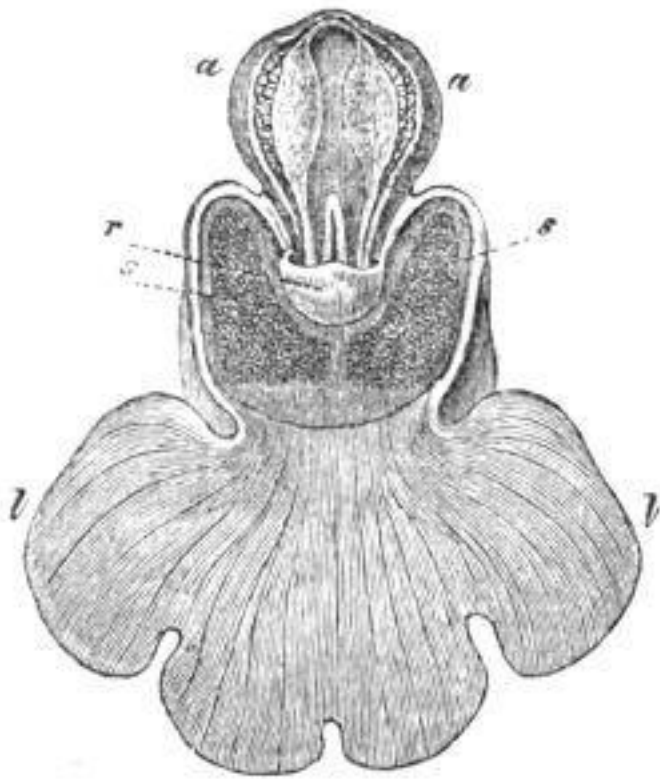


Рис. 73. Мужской орхидей: Вид цветка спереди, чашелистики и лепестки удалены; *a* — пыльник; *r*- ростелла; *s* - рыльце; *l*- этикетка.

Мистер Дарвин в своей замечательной работе 'Оплодотворение орхидей' рассматривает *Orchis mascula* как тип для объяснения механизма репродуктивных органов орхидных в целом. На рис. 73 представлен вид цветка спереди со всеми срезанными чашелистиками и лепестками, за исключением губки; и на рис. 72 изображен тот же самый вид сбоку, с срезанной ближней половиной лабеллума, а также верхней частью ближней стороны нектара, или шпорца.

У всех обычных орхидей есть только одна тычинка, которая соединяется с тремя пестиками, образуя так называемый столбик. Края этикеточки прикреплены к боковым сторонам столбика, оставляя пространство, известное как камера или устье нектара, и, таким образом, во рту находится столбик с одной стороны, а этикетка - с другой. Хотя три пестика объединены в один, три рыльца - нет; рыльце верхнего пестика преобразовано в мешковидную вязкую массу (*r*, рис. 73), называемый ростеллюмом, не имеющий никакого сходства с рыльцем, в то время как два других рыльца образуют двухлопастную сливающуюся массу или рыльце под ней, через которое пыльцевые зерна оплодотворяют завязь, которая образует явно скрученный стебель, с помощью которого цветок прикрепляется к стеблю. Фактически, ростеллум (*r*) выступает в устье нектара и нависает над сливающимися рыльцами (*s*). Самая нижняя и узкая часть капюшонообразного пыльника (рис. 73 *a a*,) прикреплена к задней части ростеллума и состоит из двух довольно широко разделенных продолговатых ячеек, которые открываются продольно спереди. Каждая клетка содержит пыльцевую массу, или поллиний. На рис. 74 изображен один из них с булавовидной массой пыльцевых зерен, стеблем и вязким диском. Эти объекты видны *in situ* на рис. 73. Поллиний состоит из ряда клиновидных пакетиков пыльцевых зерен, удерживаемых вместе чрезвычайно эластичными тонкими нитями, как показано на фиг. 75;

пакетики соединяются в булавовидную головку, а нити образуют ножку; вязкие диски образованы ростеллумом.



Рис. 74. Поллиний мужского орхидеи:—*p*, поллиний; *c*, хвостик; *d*, диск.

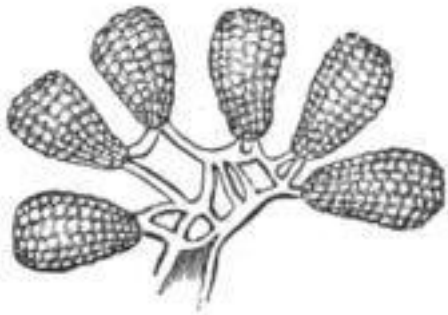


Рис. 75. Пыльцевые зерна мужского орхида.

В ранний период роста ростеллум состоит из массы многоугольных клеток, заполненных коричневатым веществом, которые вскоре распадаются на два шарика из чрезвычайно вязкого полужидкого вещества, лишенного структуры. Эти два диска плоские сверху и закругленные снизу. Они совершенно свободно располагаются внутри ростеллума, за исключением задней части, где каждый вязкий диск прочно прилипает к небольшому участку внешней мембраны ростеллума. Концы двух стеблей поллиний, или зернистых масс, прочно прикреплены к этим маленьким дискам, или шарикам.

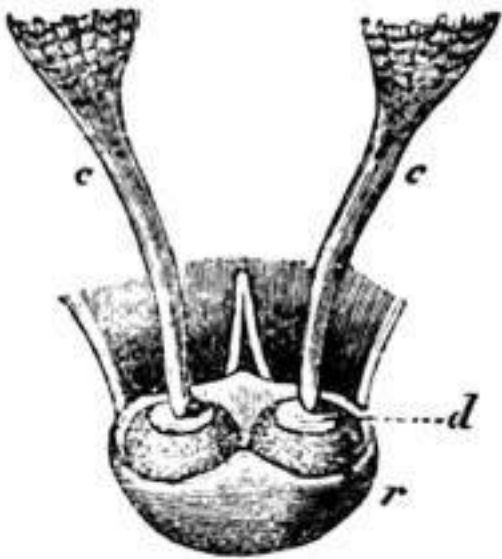


Рис. 76. Поллинии мужского орхида, вид спереди дисков и хвостиков внутри ростеллума:—*r*, ростеллум; *c*, хвостик; *d*, диск.

Сначала мембрана, образующая внешнюю поверхность соцветия, сплошная; но как только цветок раскрывается, малейшее прикосновение вызывает ее разрыв таким образом, что отделяются от нее и друг от друга маленькие диски, в то время как сами ячейки пыльников расщепляются в продольном направлении сверху вниз. В этом состоянии ни один из органов не изменяется; они просто освобождены и готовы к изменениям, сохраняя при этом свое нормальное положение. Губка, которая является самым крупным лепестком цветка, лежит с одной стороны нектарной трубки, а ростеллум выступает в нее с другой; следовательно, если насекомое садится на губку и просовывает свою головку в трубку, чтобы хоботком дотянуться до меда в нектаре, оно не может не коснуться ростеллума и не надавить на него (см. [рис. 76](#)), так что один или оба вязких диска, несущих поллинии, прилипнут к нему, а поскольку ячейки пыльников открыты спереди, когда насекомое убирает голову, одна или обе поллинии вытягиваются из своих ячеек и торчат на нем вертикально, как рожки. В таком положении они никогда не смогли бы оплодотворить ни один цветок, который впоследствии могло бы посетить насекомое; но м-р Дарвин показал, что их положение изменяется с помощью приспособления, равного которому по красоте нет во всем растительном мире. Пока поллиний находится вертикально на голове насекомого, маленький вязкий диск, поддерживающий его, сжимается под воздействием воздуха, так что поллиний поворачивается на девяносто градусов к вершине хоботка насекомого, и это достигается примерно за тридцать секунд - столько времени потребовалось бы насекомому, чтобы долететь до другого цветка. Поллиний в этом положении точно ударяется о поверхность рыльца, когда насекомое погружает свой хоботок в нектар цветка.

Роберт Браун давно заметил, что рыльце очень вязкое, но не настолько, чтобы при прикосновении сорвать весь поллиний с головы насекомого, но достаточно вязкое, чтобы порвать эластичные нити, которыми пакетики с пыльцевыми зернами связаны вместе, и оставить часть из них на рыльце. Следовательно, поллиний, прикрепленный к насекомому, может быть нанесен на многие рыльца и оплодотворить их все. М-р Дарвин упоминает, что видел, как поллиний Орхиса пирамидального прилипал к хоботку мотылька, оставив только

стебли, при этом все пакетики пыльцы оставались приклеенными к рыльцам последовательно посещенных цветов. Похоже, что насекомые, по большей части, удаляют только один поллиний за раз, и что соцветие возвращается в свое нормальное положение, чтобы предотвратить попадание воздуха на вязкое вещество дисков оставшихся поллиний.

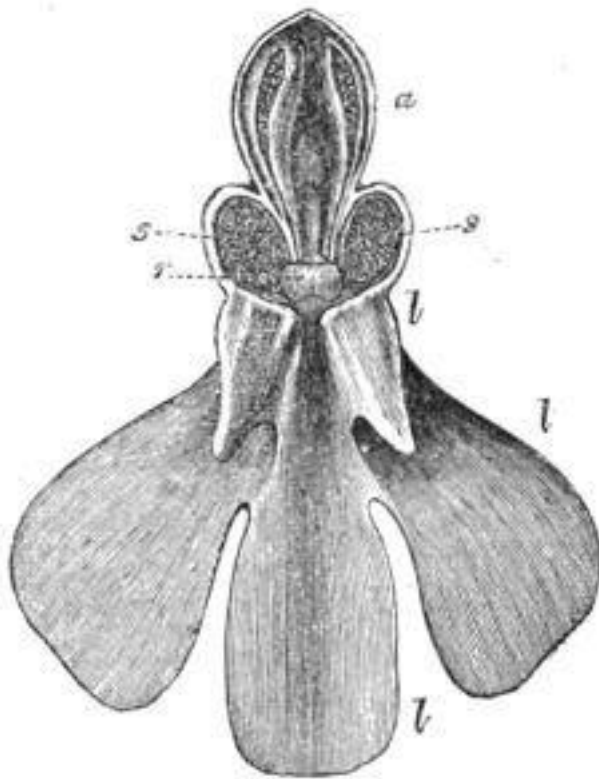


Рис. 77. Орхидея пирамидальная: Вид спереди цветка со снятыми верхними чашелистиками и лепестками; *a* — пыльник; *s* - рыльце; *r* - росточек; *l* - этикетка.

Орхидея пирамидальная, по мнению мистера Дарвина, является наиболее высокоорганизованным видом британских орхидей, которые он исследовал. У него острые листья и плотная пирамида белых или розовых соцветий. Верхний чашелистик и два верхних лепестка образуют капюшон, защищающий пыльник и рыльце от непогоды. На рис. 77, вид цветка спереди, они обрезаны так же, как и на рис. 78 а, на котором изображен вид сбоку того же цветка, лишенного половины лепестка и верхней части нектара, или шпорца. Губка длинная, с тремя равными целыми долями, образует шпоровидную шпорку, или нектарий. На каждой стороне узкого основания имеется небольшой гребень, который направляет хоботки насекомых к устью нектарника, которое, помимо того, что маленькое, частично закрыто мешковидным ростеллумом, который у этого вида расположен очень низко и окружен с каждой стороны отчетливой рыльцеобразной округлой поверхностью (рис. 77 s). Желобок (*r*) выдолблен с нижней стороны посередине и заполнен жидкостью. Вместо двух маленьких вязких дисков или шариков, как у *Orchis mascula*, имеется только один, имеющий седловидную форму (фиг. 78, 79), несущий на своей почти плоской вершине или седалище два стебля поллинии, два усеченных конца которых прочно прикреплены к его верхней поверхности. Перед разрывом мембраны ростеллума седловидный диск образует часть его непрерывной поверхности. Верхняя мембрана диска довольно толстая; она выстлана слоем высокоадгезивного вещества, образующегося внутри ростеллума.

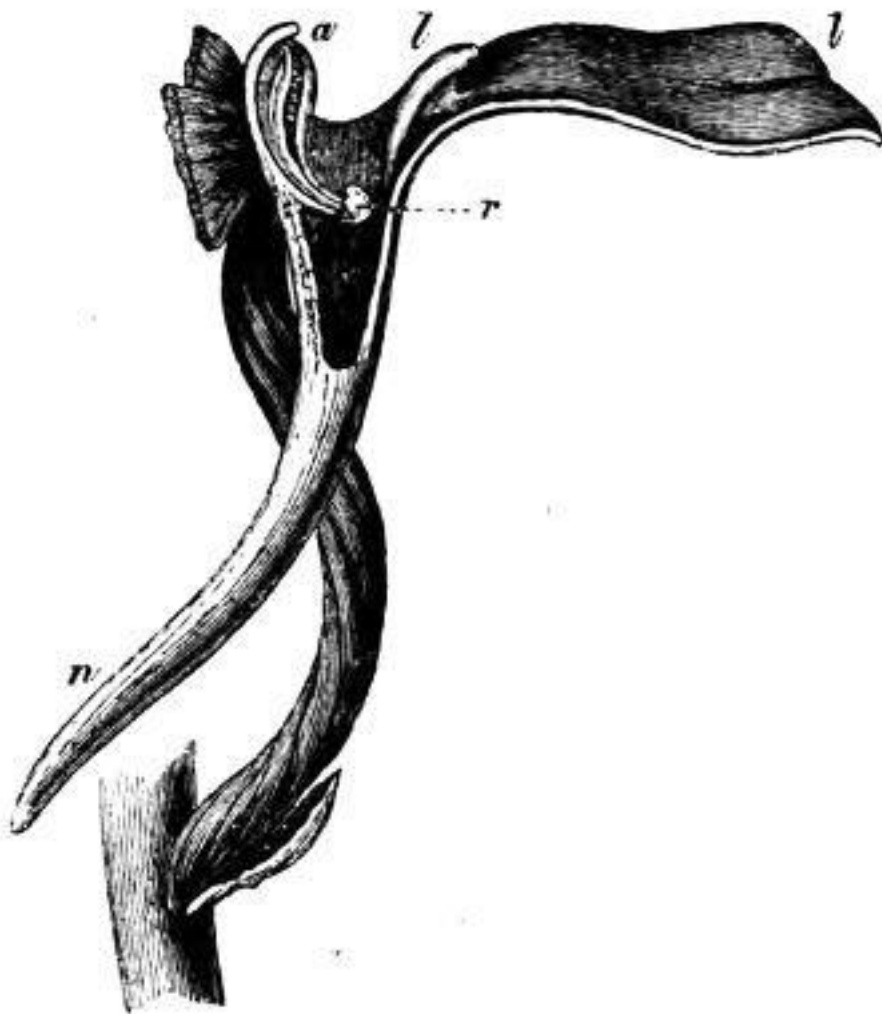


Рис. 78. Орхидея пирамидальная: Вид сбоку на цветок с отрезанной частью; *a* — пыльник; *r*-
 лепесток; *l* - этикетка; *n*- нектарник.



Рис. 79. Диск орхиса пирамидального, видимый сверху, с одним поллинием, сплюснутый усилием.



Рис. 80. Поллинии орхиса пирамидального, прикрепленные к седловидному диску.



Рис. 81. Поллиния орхиса пирамидального со сжатым диском.

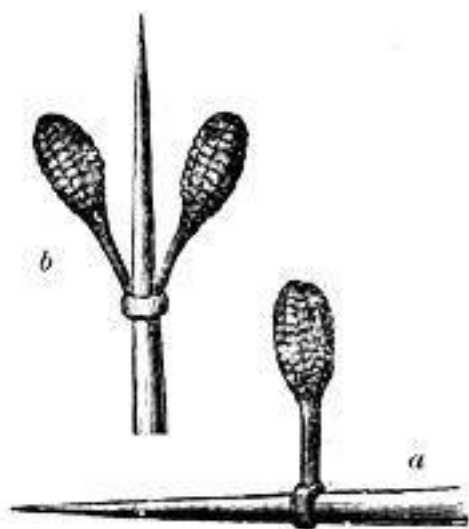


Рис. 82. Поллинии пирамидального орхидея:—а, удаляемые введением иглы; б, удаляемые после второго сокращения.

Когда цветок раскрывается, седловидный диск освобождается из-за разрыва мембраны ростеллума. Затем ростеллум, выступающий в крошечное круглое отверстие нектарника, легко вдавливаются хоботком мотылька, и когда обнажается теперь голая и липкая нижняя поверхность седловидного диска, он прилипает к хоботку и поднимается вместе с ним в воздух, неся на своей внешней поверхности две поллинии (рис. 80). Почти мгновенно седло подвергается воздействию воздуха, происходит быстрое движение. Две створки загибаются внутрь (рис. 81) и охватывают хоботок, а поллинии, поначалу параллельные, становятся расходящимися. Теперь происходит второе движение, которое заставляет расходящиеся поллинии (рис. 81), расположенные под прямым углом к хоботку, поворачиваться на девяносто градусов к кончику хоботка, так что они вдавливаются и располагаются по обе стороны от него. Следовательно, когда мотылек просовывает свой хоботок между направляющими выступами губки в нектар другого цветка, два толстых конца поллинии точно ударяются о два рыльца. Эти рыльца настолько вязкие, что они удерживают и разрывают эластичные нити, которые связывают пакетики пыльцевых зерен вместе, и некоторые темно-зеленые зернышки видны даже невооруженным глазом, остающиеся на двух белых поверхностях рыльца. У орхидей, как и у всех других цветковых растений, трубки, посылаемые пыльцевыми зернами, проникают через рыльца и оплодотворяют семяпочки в скрученной завязи. Двойное движение поллиний на хоботке мотылька объясняется скоростью, с которой вязкая материя сжимается и высыхает. Эту орхидею часто посещают как бабочки, так и мотыльки. М-р Дарвин перечисляет двадцать три вида этих насекомых, которых он видел с поллиниями пирамидального орхидея, прикрепленными к их хоботкам. У многих было по две или три пары; у хоботка ахеронтии их было семь, а у карадия - не менее одиннадцати таких седелок, прикрепленных на одинаковом расстоянии от верха до низа хоботка. Пчелы посещают лишь немногие виды орхидей.

Из-за некоторого сходства по форме офрисы названы в честь насекомых. Муха *Ophrys* ничем существенным не отличается от других орхидей. Стебель или хвостик поллиния, вместо того чтобы быть прямым, как у мужского орхидея, изогнут вдвое и почти прямоугольно. Верхняя мембрана диска, к которой прикреплен стебель поллиния, являющаяся вершиной ростеллума, подвергается воздействию воздуха и становится сухой, когда цветок раскрывается, следовательно, диск, хотя и достаточно вязкий с нижней стороны, чтобы прилипнуть к голове насекомого, не способен сжиматься и вызывать углубление поллиния, характерное для всех видов орхидных. У лепестка нет шпорца, но у его основания, чуть ниже рыльца, есть глубокое углубление, представляющее нектарник; и поскольку поллинии, которые невозможно вытрясти из их ячеек или мешочков, безусловно, извлекаются, хотя и редко, мистер Дарвин полагает, что мелкие насекомые ползут по лепестку к его основанию, ударяются об один из мешочков, извлекают поллиний и улетают с ним, прилипшим к их голове, к другому цветку, и что, когда они наклоняют головы в углубление у основания лепестка, поллиний, благодаря своей форме, проникает в него. дважды изогнутый стебель касается липкой рыльцевой поверхности и оставляет на ней пыльцевые зерна. Не может быть никаких сомнений в том, что это растение время от времени посещают насекомые, поскольку без них оно не может плодоносить; но оно не имеет запаха, и поскольку в нем пока не обнаружено нектара, мотивы их посещения неизвестны.

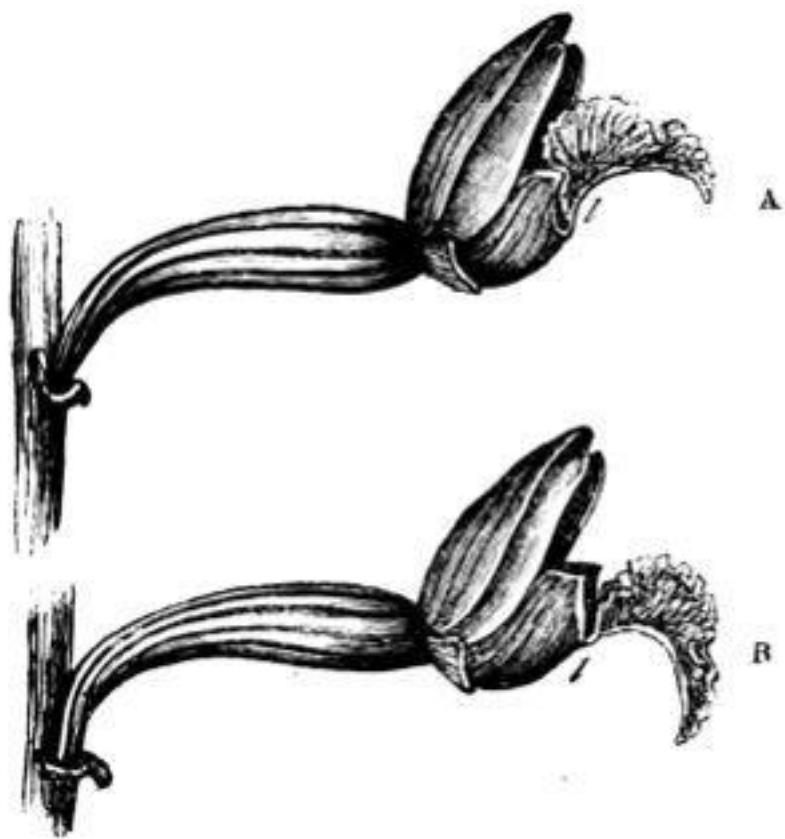


Рис. 83. *Epipactis palustris*: Вид сбоку цветка со срезанными нижними чашелистиками: А, губа в естественном положении; Б, губа вдавлена, как у насекомого.

Плодоношение *Ophrys apifera*, или пчелиных глазков, не зависит от насекомых, поскольку стебли поллиний чрезвычайно длинные, тонкие и гибкие; и хотя их вязкие диски все еще остаются в мешочках, как только цветок раскрывается и ячейки пыльников раскрываются, тяжелые толстые концы поллиний выпадают из своих ячеек и свободно висят в воздухе точно напротив рыльца. поверхность рыльца. Достаточно глотка воздуха, чтобы они завибрировали, ударились пыльцевой массой о рыльце и оставили пыльцевые зерна на его липкой поверхности.

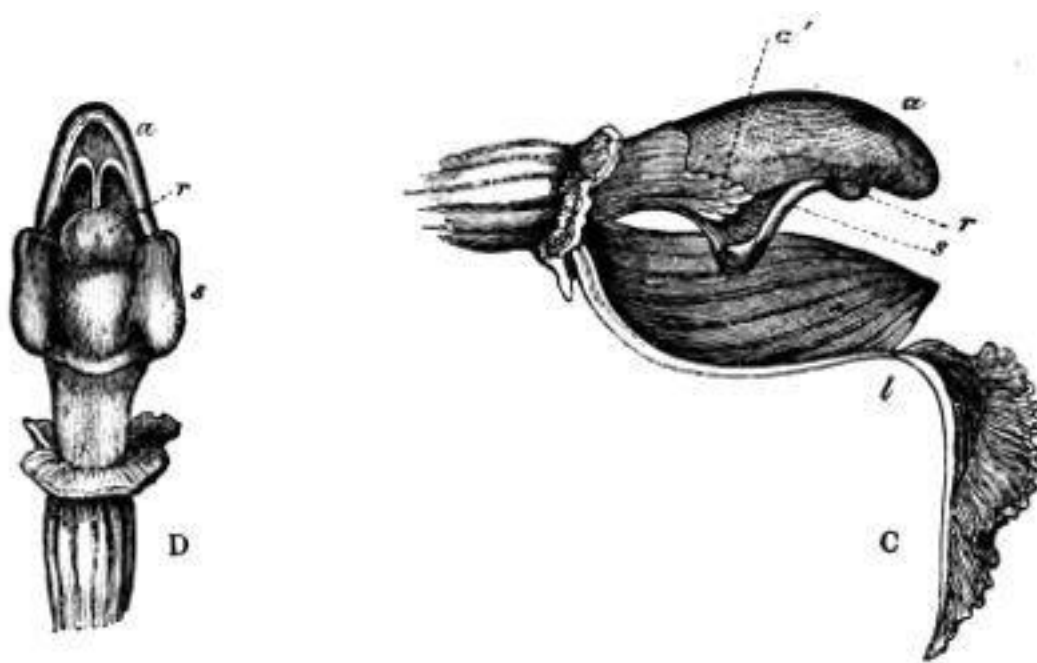


Рис. 84. *Eipactis palustris*: —С, вид сбоку цветка с удаленными чашелистиками и лепестками и половиной язычка: D, вид спереди столбика: *a*, пыльник; *r*, росточек; *s*, рыльце; *l*, язычок.

Большая триба британских неоттей характеризуется свободным пыльником, стоящим наподобие капюшона позади рыльца; пыльцевые зерна связаны нитками и прикреплены к вязкой шапочке, лежащей на верхушке ростеллума. *Eipactis palustris* - разновидность этой группы орхидей. Колос короткий, а розовые соцветия горизонтально отходят от стебля на длинных ребристых ножках, на которых расположены завязи. Рис. 83 А - вид сбоку цветка в его естественном положении, с удаленными только нижними чашелистиками. Лабеллум, или нижний лепесток, прерывается посередине чем-то вроде гибкого шарнира: прикорневая часть представляет собой чашевидную впадину, временами наполняющуюся нектаром; крайняя часть представляет собой волнистый лист (рис. 83 Б). Вход в чашечку для нектара почти закрыт колпачком и большим пыльником; но из-за эластичности шарнира веса насекомого достаточно, чтобы обеспечить доступ к нектару; но как только губка освобождается от груза, она встает в свое естественное положение, и насекомое отползает назад и выходит на верхушке цветка с вязкой шляпкой, обхватившей его хоботок, и прикрепленными к ней пыльцевыми зернами, готовыми оплодотворить другой цветок. В на рис. 84, С представляет срез эпипактиса, а D - вид колонны спереди.



Рис. 85. *Listera ovata*: Вид сбоку цветка со срезанными чашелистиками и лепестками: *a*, пыльник; *седловина*, вершина столбика; *p*, пыльца; *r*, ростеллум; *s*, рыльце; *l*, этикетка; *n*, борозда для выделения нектара.

Из всех британских орхидей Листера яйцевидная, или Двустворчатая (рис. 85), имеет наиболее любопытное строение. Растет в лесах и на пастбищах, имеет ползучий корень, овальные листья, опушенный стебель и желтовато-зеленые цветки. На рис. 85 представлен боковой вид цветка, у которого удалены все чашелистики и лепестки, за исключением губки. У этого растения ростеллум (*r*) большой, тонкий, выпуклый спереди, вогнутый сзади и выгибается дугой над (*s*) рыльцем. Когда цветок полностью распускается, ячейки пыльников (*a*) уже раскрыты, и голые и рыхлые пыльцевые зерна, соединенные несколькими нитями, которые образуют заостренные

кончики поллиний, покоятся на вогнутой спинке ростеллума. Губка, суженная у основания, чрезвычайно длинная, свисает вниз подобно узкой ленте. Она разделена наполовину и бороздчата посередине, от разветвления вплотную к основанию стигматической поверхности (s). Края борозды шаровидные и выделяют много нектара. Ростеллум внутри разделен на ряд продольных ячеек, или камер, которые при малейшем прикосновении удерживают и с силой выталкивают вязкое вещество, которое затвердевает через две-три секунды и вскоре приобретает пурпурно-коричневый оттенок. Ростеллум настолько чувствителен, что достаточно прикосновения к самому тонкому человеческому волоску, чтобы вызвать взрыв. Поскольку заостренные верхушки рыхлых поллиний лежат на гребне ростеллума, они всегда попадают в раскрытую каплю. Это никогда не подводит. Взрыв происходит так быстро, а жидкость такая вязкая, что трудно дотронуться до ростеллума иглой достаточно быстро, чтобы не зацепить поллинии, уже прикрепленные к частично затвердевшей капле, и, следовательно, малейшего прикосновения любого маленького насекомого, которое попадает в цветок, достаточно, чтобы ростеллум взорвался, а поллинии, которые прикрепляются к его хоботку, переносятся им на следующий цветок, чтобы прикрепиться к вязкому рыльцу и оплодотворить его. М-р Дарвин видел, как два перепончатокрылых насекомого отступили от одного из этих растений с ярко-желтыми поллиниями на головках, и Мистер К. К. Шпренгель видел насекомое такого вида, оставляющее пыльцу на рыльце. Действие и структура *Neottia Nidus-avis* почти идентичны действию *Listera ovata*.

Малаксис палудозный, или Болотный малаксис, самая маленькая из британских орхидей, является редким растением и отличается от всех них тем, что его губка повернута вверх, а не вниз. Его нижний край обхватывает столбик, делая вход в цветок трубчатым. У этой орхидеи верхняя чашелистик и два верхних лепестка загнуты, чтобы насекомые могли свободно посещать цветок. У многих орхидей губка правильно направлена вверх, но принимает свое обычное положение нижней губы при скручивании завязи, или цветоножки, цветка. Однако у *Malaxis paludosa* скручивание доведено до такой степени, что цветок занимает то же положение, которое он занимал бы, если бы завязь вообще не была скручена, и которое в конечном итоге принимает стебель при созревании в процессе постепенного раскручивания. Это маленькое растение принадлежит к роду, отличающемуся подвижным и листопадным пыльником, и является одной из британских орхидей, имеющих родственные формы среди экзотических родов. У всех обширных племен Эпидендрии, описанных доктором Линдли, и еще более многочисленных и великолепных вандейцев нет ни одного британского представителя.

Строение экзотических орхидей часто очень сложное, и они обладают многими свойствами, неизвестными в британских родах. Их лабеллум, или нижняя губа, настолько разнообразна, а иногда и настолько необычна, что не поддается описанию; кроме того, она часто обладает своеобразными движениями, иногда из-за строения, иногда из-за раздражения. У *Bolbophyllum Rhizophorae* лабеллум прикреплен к столбику очень узким тонким ремешком, эластичным, как индийская резина, который колеблется странным образом; в то время как у *B. barbigerum* есть борода из тонких волосков, находящихся в почти постоянном колебании. Раздражаемость губок у многих родственных форм орхидей является одним из их замечательных свойств; малейшее прикосновение приводит их в движение. Австралийский род *Caleana* обладает им в высшей степени, ибо, когда насекомое садится на его пластинку, оно внезапно прижимается к столбику и заключает его, так сказать, в коробку.

Некоторые экзотические орхидеи обладают псевдоразвитым характером. Так, у некоторых видов *Catasetum* есть два длинных рожка, или антенны, прикрепленных к ростеллуму, которые возвышаются над лабеллумом, а цветоножки пыльников прикреплены вниз в изогнутом положении; так, когда насекомое садится на лабеллум и касается антенн, возбуждение передается ими на ростеллум, прикрепленный край диска пыльников разрывается, и они распрямляются с такой силой, что не только стаскивают шарики пыльцы и пыльниковые клетки с их мест. прикрепления, но весь поллиний вытянут вперед над кончиками рогов на расстояние двух или трех футов. Насекомое, потревоженное таким резким ударом или наевшееся досыта, летит с прилипшей к нему пыльцой, чтобы оплодотворить женское растение, которое отличается от мужского отсутствием усиков. Таким образом, для оплодотворения этих полудикообразных столь же необходимо участие насекомых, как и для гермафродитных орхидей.

Ваниль, выращиваемая ради ароматных стручков на Таити, в Бурбоне и Ост-Индии, не дает плодов без искусственной помощи, что показывает, что американское насекомое, которое оплодотворяет ее у себя на родине, не является местным в упомянутых местах. Похоже, что многим экзотическим орхидеям требуется менее повышенная температура, чем предполагалось до сих пор.

Форма и положение нектарника чрезвычайно разнообразны. У некоторых видов, как местных, так и тропических орхидей, они всегда сухие; но м-р Дарвин обнаружил, что в этих случаях стенки нектарников толстые и состоят из двух слоев, а между ними содержится жидкость, в которую насекомое проникает, прокалывая внутреннюю стенку. Экзотические орхидеи, по большей части, крупнее, и для их оплодотворения требуются более крупные насекомые, чем наши маленькие, органы которых, как правило, микроскопические. Любопытный пример, как этого, так и необычной формы нектара, обнаружен у *Angræcum sesquipedale*, мадагаскарской орхидеи с крупными шестилучевыми цветами, похожими на звезды, сформированные из белоснежного воска. У него зеленый нектарник, похожий на плети, иногда достигающий фута в длину, и, судя по строению растения, поллинию никогда не удавалось извлечь, пока крупный мотылек с удивительно длинным хоботком не попытался слить последнюю каплю нектара со дна нектарника.

Несмотря на огромное разнообразие форм орхидей, они гомологичны по своему общему строению. Мистер Роберт Браун был первым, кто заметил, что цветок орхидеи состоит из пятнадцати органов, расположенных попеременно, три в трех, в пяти завитках. Это прекрасно согласуется с системой спиральных сосудов, развившихся в раннем возрасте у всех орхидей. Мистер Браун и трое величайших ныне живущих ботаников^[78] каждый из них проследил спирали от шести пучков, окружающих завязь в ножке цветка, до различных органов цветка и обнаружил, что они состоят из пятнадцати пучков, соответствующих пятнадцати органам цветка; а именно, три чашелистика, три лепестка, шесть пыльников в двух завитках (три из которых являются рудиментарными) и три пестика с их рыльцами: они расположены в виде чередующихся завитков и претерпевают множество модификаций. Пестики и пыльники сливаются и образуют столбик; самое верхнее рыльце превращается в ростеллум; три внутренних пыльника рудиментарны, один образует переднюю часть столбика, а два других образуют перепончатые стороны колпачка, защищающего пыльцу; и, наконец, два нижних пыльника соединены с боковыми сторонами нижнего лепестка и образуют лабеллум, что

объясняет его большой размер, частую трехстороннюю форму и своеобразный способ прикрепления.

Эта система была чудесным образом модифицирована для получения разнообразных групп внетропических и ярких форм экзотических орхидей, но ее можно проследить во всех.

РАЗДЕЛ XIV.

ДВУДОЛЬНЫЕ, ИЛИ ЭКЗОГЕННЫЕ РАСТЕНИЯ.

У эндогенных растений семена имеют только одну лопасть, и рост неизменно происходит изнутри. В классе Экзогенных, напротив, семена имеют две доли, и увеличение роста является внешним: отсюда ботаническое различие экзогенных растений. Хотя отличительной чертой овощей высшего сорта является наличие семян с двумя долями, тем не менее структура и расположение семян чрезвычайно разнообразны. Многие из них имеют ороговевшую оболочку, например, косточки яблок и апельсинов; или твердые, как орехи, а также косточки слив и вишен. Иногда они находятся снаружи плода, как у клубники, но чаще внутри него, как у дыни, груши и множества других. Эти сочные вещества некоторое время питают молодые семена, но когда они созревают, свет и тепло, благодаря которым созрели плоды, теперь объединяются, ускоряя их гниение, чтобы высвободить семена.

Какими бы ни были размер или форма семян, крупными или микроскопическими, они неизменно содержат две семенные доли, или первичные листья, состоящие из клетчатой ткани, между которыми скрыто миниатюрное растение с его корешком, стеблем и концевой почкой. В конце первого года в строении молодого древесного растения практически нет различий, будь то одно- или двухлопастное семя; различие проявляется на второй год. У травянистых растений стебель, который, как правило, однолетний, состоит из рыхлой клетчатки с отдельными пучками волокнисто-сосудистой ткани, идущей от корней вверх и переходящей, наконец, в листья, где они образуют ребра или жилки. Многие из высших форм растений имеют мясистые подземные стебли, в качестве примеров которых можно назвать клубнелуковицу, как у крокуса и безвременника, клубень, как у картофеля, Корневище, как у мясистого подвоя ириса флорентийского, из которого получается магазинный фиолетовый порошок, и действительно, большинство луковиц можно рассматривать как модификации стеблей, хотя они более строго аналогичны почкам. Съедобными частями моркови, репы, пастернака и редиса являются не стебли, а высокоразвитые сочные корни, необычное развитие которых является прямым результатом выращивания.

Молодое дерево в конце первого года своего роста имеет подземные корни с их ветвями и волокнами и воздушный стебель, часто более или менее разветвленный, состоящий из коры, древесины и сердцевины, с несколькими листьями на конце, все чрезвычайно нежные. Каждый последующий год между древесиной и корой, как в стволе, так и в ветвях, образуется новый цилиндр из древесных волокон и сосудистой ткани. Из этого способа роста следует, что ствол

дерева, состоящий из коры, древесины и сердцевины, сформирован из ряда цилиндров или чрезвычайно вытянутых концентрических конусов, тесно соединенных, так что поперечный разрез демонстрирует серию концентрических кругов или зон от поверхности коры до центральной сердцевины. Структура ветвей аналогична, но количество зон зависит от возраста. Поскольку все описанные ткани объединены для формирования органов питания и размножения у взрослого дерева, это дает наилучшую общую иллюстрацию организации высшего сорта овощей.

Каждая часть дерева или растения, за исключением верхней части рыльца и оконечности корней, покрыта чрезвычайно тонкой пленкой целлюлозы, плотно прижатой к одному, двум или трем слоям прозрачной бесцветной клетчатки, сжатой в трубчатую форму, которая образует кутикулу. Эти уплотненные клетки, прочно соединенные друг с другом своими краями, различаются по форме почти у всех видов растений. У однодольных они удлинены в направлении параллельных ребер листьев; у высшего сорта они мало отличаются от круглых дисков, но имеют большие извилины по краям, которые делают их соединение очень неправильным. Верхние клетки кутикулы выстланы воскообразным веществом, которое защищает растение от сырости; и во многих случаях оно содержит больше или меньше силекса.

Этот общий покров, или кутикула, пронизан многочисленными порами, особенно на нижней стороне листьев и зеленых нежных частях ветвей; они являются органами дыхания. Эти поры, или устьица, обычно состоят из двух клеток в форме полумесяца, соединенных вместе своими остриями или рожками, так что остается открытое пространство, похожее на рот, через которое растение дышит. Это, однако, всего лишь стражи: отверстие между ними ведет в полость, полную воздуха, которая является преддверием к внутренней полости. Клапаны устьиц открываются и закрываются в зависимости от влажности или сухости атмосферы. Все растения обоих классов, древесные или травянистые, имеют устьица, за исключением водных растений, грибов, *fungi* и других низших сортов. Обычно они в большом количестве расположены на нижней поверхности листьев. Иногда они находятся в огромном количестве по обе стороны листьев и необходимы для жизни растения. Согласно ММ. Пайен и Липнер, силекс и азот вместе с известковыми и щелочными солями неизменно содержатся в клетках, образующих кожицу корней, стеблей, листьев, плодов, волосков и колючек. Прочное сцепление кожи вместе с присутствием этих веществ становится защитой от воздействия погодных условий, не снижая прозрачности тканей.

Кора разделена на три области, или зоны. Наружный слой, лежащий непосредственно под кожей, образован одним или несколькими слоями кубических или продолговатых клеток, вытянутых горизонтально. Сначала они прозрачные и бесцветные, но с возрастом становятся коричневыми и непрозрачными из-за красящего вещества пробки. По этой причине она называется суберотной зоной и иногда приобретает большую толщину, как у *Quercus Suber*, или пробкового дерева.

Зеленая клеточная оболочка находится рядом с пробковым слоем и состоит из призматических клеток и латифицирующих трубочек, которые образуют неправильную широкоячеистую сеть, вытянутую в направлении оси дерева и иногда составляющую основную толщу коры. Эта зона, как и последующая, незаметно увеличивается за счет добавления новых слоев к ее внутренней поверхности, в то время как внешние слои коры ежегодно отмирают. На некоторых деревьях

они ежегодно сбрасываются пластинками и крупными хлопьями, как у восточного платана, ствол и ветви которого выглядят так, как будто с них сняли кожуру осенью.

Кора, которая является третьей и самой внутренней зоной коры, обычно состоит из нескольких слоев клетчатки, пересеченных в продольном направлении пучками древесных волокон и латифицирующими трубками.

Образующий слой камбия, в котором происходят все процессы роста, представляет собой полужидкое слизистое вещество, которое находится между листом и древесиной. Он наиболее обилен весной и является источником всего горизонтального роста. Эта слизь на самом деле состоит из огромного множества клеток, с клеточными стенками, такими же тонкими, как у мыльного пузыря, которые постепенно претерпевают трансформацию в древесные волокна, латифицирующие протоки, спирали и т.д., отсюда и название зоны камбия. Вся эта материя самопроизвольно делится на две части: одна образует новый слой древесины внутри всех тех, что предшествуют ей, а другая - новое кольцо молодой заболони, внешнее по отношению ко всем своим предшественникам. Часть камбия в его неизменном или жидком состоянии всегда остается между древесиной и корой, которые никогда не находятся в абсолютном контакте.

Поскольку ежегодно формируется новый цилиндр из древесины, охватывающий все его предшественники, на участке ствола, перпендикулярном его оси, образуется кольцо из древесных волокон, чередующееся с кольцом из пятнистых и лучистых сосудистых трубочек, которые образуют серебристую зернистость древесины. Кольца становятся все более и более плотными и сужаются к центру и, наконец, становятся непроницаемыми для сока, который поднимается только через более молодую часть заболони. Фактически, значительная часть твердых волокон большинства растений перестала принимать какое-либо активное участие в выполнении жизненно важных функций и, подобно твердой сердцевине дуба, сохраняет свою целостность просто потому, что они не подвергаются воздействию, которое могло бы вызвать их разложение. Растительная ткань, подвергнутая обычному химическому воздействию, может оставаться цельной только до тех пор, пока она выполняет жизненно важные функции. Расположение древесных волокон и протоков в различных отрядах и родах сильно различается. Ширина древесных колец показывает влияние хороших и плохих сезонов; а во внетропических широтах, где попеременно бывают периоды роста и покоя, их количество часто указывает на количество лет роста; так что возраст дерева можно приблизительно, если не точно, определить по критическому исследованию участка его ствола.

Самый внутренний деревянный цилиндр выстлан мозговым каналом или трубкой, содержащей сердцевину. Это тонкая мембрана, полностью сформированная из полых спиральных трубок. Сердцевина, которая заполняет канал, в молодом возрасте состоит из зеленоватой клетчатки, полной сока и иногда, хотя и редко, смешанной с сосудистой и спиральной тканью. Она непрерывно проходит до конца каждой ветви, листовой почки и цветка. Перпендикулярные пластины, называемые костномозговыми лучами, отходят от костномозговой оболочки и заканчиваются у коры, разделяя всю массу древесины на треугольные или клиновидные участки. Они представляют собой тонкие пластинки клетчатки, растянутые горизонтально между центральной сердцевинной и корой. В каждом семействе деревьев и кустарников они расположены по-разному, но у всех они поддерживают горизонтальную связь между центром и окружностью, хотя и не все они простираются по всей длине ствола; у некоторых это

происходит, у других нет. Таким образом, клетчатка образует горизонтальную систему, в то время как фиброзно-сосудистые протоки образуют перпендикулярную систему тканей. У некоторых деревьев сердцевина едва заметна, а у других она уменьшается или исчезает с возрастом, как у дуба. У ольхи и других растений он высыхает, распадается на куски, и канал наполняется воздухом.

В стволе и ветвях хвойных деревьев едва ли имеется какая-либо смесь сосудов среди древесных волокон, сосудистая система обычно состоит исключительно из железистой древесной ткани, за исключением мозговой оболочки, где спиральные сосуды встречаются в небольшом количестве.

Подземный рост, или нисходящая ось деревьев, состоит из крупных ветвей, иногда стремящихся вниз, но чаще распространяющихся обширными разветвлениями недалеко от поверхности земли. Их рост и структура аналогичны стеблевым, но цилиндры древесины менее заметны; у них есть сердцевинные лучи, но нет сердцевины; они просто соединяют активные корни со стеблем и прочно закрепляют растение в земле, поскольку у них мало пор или их вообще нет, и они мало способствуют питанию растения, за исключением транспортировки жидкости от волокнистых корней к верхушкам побегов. Активные питающие корни вырастают из них в виде пучков белых волокон, похожих на шнуры или нити, которые уходят прямо в землю. Эти настоящие корнисостоят из клеточной ткани, заключенной в сосудистые трубки и спиральные сосуды, которые заканчиваются на небольшом расстоянии от конца, оставляя точку рыхлой губчатой клеточной ткани, называемую спонгиолой, которая впитывает из почвы жидкости, питающие растение. Эти корневые отростки являются временными органами; они отмирают на старых частях подземных ветвей и заменяются другими на новых.

Различные ткани, образующие ствол дерева, образуют таким же образом, хотя и в меньшем количестве, сложные разветвления ветвей и черешков листьев и заканчиваются самими листьями. Под прозрачной пленкой, которая образует кожицу на верхней поверхности листа, находится слой мягких тонкостенных цилиндрических или призматических клеток, тесно прижатых друг к другу и наполненных зеленым растительным веществом, или хлорофиллом. Далее следует несколько слоев толстостенных клеток, каждый из которых более рыхло агрегирован, чем предшествующий, и полнее пустых пространств, пока в последнем зеленом слое на нижней стороне листа клетки не станут шаровидными с многочисленными большими неправильной формы пустотами, объединенными в сетчатую систему, наполненную воздухом и находящуюся в прямом сообщении с атмосферой посредством бесчисленных устьиц, которые находятся под поверхностью листьев всех наземных растений высших классов и которые являются их органами дыхания.

Форма листа определяется расположением сосудистых пучков, которые сообщаются с сосудистыми пучками внутри стебля и разветвляются в различных направлениях через зеленые слои: эти ветви снова соединяются и образуют скелет листа, который часто представляет собой тонкий лабиринт из тончайшего кружева нервов. Сосудистая система двойная, состоящая из восходящей и нисходящей частей. Восходящая часть, которая является непрерывной с мозговым влагалитом, становится непрерывной на вершине каждого нерва листа с нисходящей частью, которая находится под ним и соприкасается с ним на протяжении всех его разветвлений. Эта нисходящая часть у основания стебля листа, или черешка, становится непрерывной с пучками листьев. В верхней части нервов листа имеются пятнистые сосудистые

протоки, в нижней части - латеральные сосуды. Те, что находятся на верхней стороне, переносят поднимающийся сок к зеленому веществу, где он вырабатывается и созревает, а затем поступает в сосуды на нижней стороне нервов или вен, которые несут его вниз по листьям.

Почки обычно образуются из чешуек, плотно прилегающих к молодым листьям, которые по-разному свернуты и плотно упакованы; они содержат зачатки всего растения, и поскольку у большого дерева они обновляются каждый год, источники жизни практически бесконечны.

Шипы, которыми вооружены многие растения, бывают двух видов; один постоянный, являющийся наростом из древесины, как у терновника; другой исходит из коры и может быть содран, как у розы; оба содержат *silex* и покрыты кожицей, общей для всего растения.

Немногие растения любого вида лишены волосков, которые в основном находятся на молодых побегах и на нижней поверхности листьев. Они либо образованы прозрачной удлиненной полостью ячейкой, либо состоят из ряда прозрачных бесцветных наложенных друг на друга ячеек, иногда сочлененных, но чаще прямолинейных. Когда они жалят, как в случае с крапивой, они воздействуют на нечто вроде луковицы, состоящей из клеток, выделяющих едкую бесцветную жидкость, вызывающую раздражение, и при легком нажатии пропускают ее через волосы, кончик которых отламывается при попадании на кожу руки.

Волоски настолько прозрачны, что отчетливо прослеживается вращение азотированной жидкости, называемой протоплазмой, которую они содержат, - движение, настолько универсальное в некоторой части структуры растений, что, согласно наблюдениям мистера Уэнхема, трудно найти растение, водное или наземное, у которого это не происходит в какой-то период его роста. Вращение в любой данной ячейке сохраняет одинаковое направление; в разных ячейках направление разное. Оно будет сохраняться в отделенной части растения в течение нескольких дней или даже нескольких недель. Он задерживается холодом и возобновляет свое вращение при повышении температуры.

Упоминалось, что в первичной клетке твердые окрашенные частицы часто образуют ядро в центре вязкой жидкости, называемой протоплазмой, которая постоянно уменьшается из-за увеличения количества водянистого растительного сока. В конце концов протоплазма в волосках превращается в простые нити, тянущиеся от клеточной стенки к ядру, так что последнее выглядит как паук в середине своей паутины. Эти нити на самом деле представляют собой потоки вязкой протоплазмы, текущие через более жидкий клеточный сок от ядра к клеточной стенке, где они поворачивают и снова текут обратно в виде другой нити. Когда в одной и той же клетке протекает несколько потоков, ядро, которое является общей точкой отправления и возврата, является центром жизнедеятельности клетки, хотя оно не всегда сохраняет центральное положение; в клетках листьев *Vallisneria spiralis* ядро даже следует за протоплазмой, которая широким потоком течет вверх по одной стороне клетки и вниз по другой, как у *Chara*. У большинства растений вращение является временным, поскольку ядро, которое всегда присутствует в молодых клетках, растворяется по мере старения клетки, а количество протоплазмы настолько уменьшается, что ее движение незаметно. Однако есть исключения, как, например, в волосках крапивы и некоторых других растений, где он стойкий.

Движение, как правило, очень медленное. Тонкость и мельчайшие токи можно себе представить, поскольку они содержатся в ячейках, представляющих собой микроскопические объекты, а твердые частицы, переносимые жидкостью, которые позволяют отслеживать ее

течение, имеют диаметр не более трех-пяти тысячных долей дюйма. М. Шлейден приписывает движение изменениям формы клеток, вызванным внутренним жизнедеятельным действием, в то время как профессор Карстен полагает, исходя из наблюдений, которые он сделал за вращением жидкостей в волосках крапивы обыкновенной, что это явление диффузии, зависящее от химических изменений в организме. происходит в клетках волосков независимо от какой-либо способности к сокращению, не относящейся к ним самим.

Все ткани, имеющиеся у хорошо разросшегося дерева, нельзя встретить ни у одного из многочисленных древесных и травянистых растений первого класса; некоторых может не хватать, а те, что есть, могут быть и, как правило, сильно модифицированы как по форме, так и по размеру. Все деревья в умеренном поясе и большинство деревьев в тропиках принадлежат к классу экзогенных; но у последних годичные кольца древесины менее отчетливы, периоды покоя и активности зависят от сухого и влажного сезонов не так четко, как у нас зимой и летом. Листья тропических растений имеют более толстую кожуру, чем в более холодном климате, что защищает их от палящего солнца. Структура травянистых растений во всех странах мягкая и сочная, у них много сердцевины, крупных костномозговых лучей и зон волокнисто-сосудистых трубочек, которые отделяют сердцевину от коры. Фактически, каждое семейство травянистых и древесных растений обладает структурой и свойствами, присущими только ему; но, хотя существует почти бесконечное разнообразие форм и признаков, общий тип класса можно проследить во всех.

Растительное вещество состоит из углерода, водорода, кислорода и азота, но ни одно растение не может совмещать эти простые элементы в органические вещества, они впитывают их свои корни или листья в виде угольной кислоты, вода и аммиак: это у них власть разлагается, и перекомбинируя их простые элементы в новые составы. Углерод образует твердую часть растений и широко входит в их самую тонкую структуру; но он никогда не встречается в свободном виде. В сочетании с водородом и кислородом он образует не только целлюлозу клеточной стенки, которую можно рассматривать как скелет растительного мира, но и сотни соединений, решительно отличающихся по своим свойствам, но состоящих только из этих трех элементов, соединенных друг с другом в различных количествах и пропорциях. Протеин, соединение всех четырех простых элементов, представляет собой слизистое вещество, выстилающее первичную клетку, сначала гомогенное, а затем более или менее гранулированное. Она присутствует везде, где действует жизненная энергия.

Хотя эти четыре первичных элемента составляют основу растительности, растениям требуются другие вещества, которые они поглощают из почвы в состоянии раствора, такие как силекс, или, скорее, кремнистые соли на основе поташа или соды, карбонаты, сульфаты и фосфаты извести, фосфат марганца и оксиды марганца и железа, а также различные другие металлы и вещества в состоянии сочетания и раствора. Некоторые из них являются универсальными составляющими, такими как земли и щелочи; в целом каждая раса растений поглощает только те, которые свойственны ей самой. Сода содержится в большом количестве в водорослях и содержится в лилиевых, крестоцветных и других растениях, произрастающих на морском побережье или в солоноватых болотах. Поташ содержится в наземных растениях, и его нельзя заменить содой, поскольку, какой бы богатой содой ни была почва, они в ней не растут. Следовательно, зола наземных растений содержит металлический калий, в то время как большая часть водорослей дает натрий; они также дают хлор, йод и бром в состоянии сочетания. Спектральным анализом доказано, что каждое растение, за исключением самого

низшего, содержит множество металлов в бесконечно малых количествах, таких как литий, родий и другие; но они не являются существенными для благополучия растений. Железо является наиболее распространенным компонентом в очень небольших количествах; также иногда встречаются отложения соды, извести и небольшого количества марганца. Все различные вещества, поступающие в растительную систему, соединяются в определенных пропорциях в бесконечное разнообразие органических соединений в различных растениях и в разных частях одного и того же растения, ибо разложившиеся вещества разносятся восходящим соком по всем частям даже самых высоких деревьев. На протяжении всего процесса преобладает закон разделения труда; каждой части растения и каждой группе клеток отведены свои обязанности.

Растительный сок, состоящий из воды, углекислоты, аммиака и других веществ, которые поступают в губчатые кончики корней в жидком состоянии, поднимается в виде сырой жидкости по всей рыхлой структуре травянистых растений, как через древесину, так и через сердцевину деревьев моложе двух лет, а у старых деревьев и кустарников он поднимается через заболонь стебля в ветви, а оттуда в листья, что является пределом подъема у всех растений, так что весной все клетки полны сока. Сосудистые протоки представляют собой капиллярные трубки, а клеточная ткань представляет собой совокупность закрытых клеток или мешочков, стенка или клеточная мембрана которых проницаема для жидкостей; следовательно, впитывание корней и выделение сока в растении в основном происходят за счет притяжения капилляров, действующего вопреки силе тяжести. Подъем жидкости обратно пропорционален диаметру капилляров и клеток в стебле и ветвях; количество поднимаемой жидкости одинаково на всех высотах, а скорость подъема обратно пропорциональна высоте.^[79] Как только листья распускаются, они в течение дня испаряют некоторое количество воды через свои устьица, так что у дерева или любого другого растения огромная испаряющая поверхность способствует выделению сока, создавая вакуум во всех верхних клетках и сосудах, благодаря чему увеличивается сила всасывания и скорость подъема. По-видимому, количество воды, испаряемой листьями, находится в точной пропорции к количеству, поглощаемому корнями для замещения ее; но как только образуются молодые ветви, образуются почки на следующий год, и когда листья наполняются хлорофиллом, который они накопили за лето, испарение уменьшается, сок перестает выделяться, спирали и сосудистые протоки в мозговом канале и заболонной древесине остаются сухими и наполняются воздухом, который они передают во все части растения, кроме коры, для содействия ассимиляции, то есть в процессе жизнедеятельности. образование органических соединений.

В течение всего этого процесса листья и другие зеленые части, которые являются органами дыхания растений, наиболее активны. Днем они поглощают углекислый газ из атмосферы и выдыхают кислород. Ибо под прямым действием солнечного света углекислый газ и аммиак в сыром соке разлагаются, часть кислорода высвобождается и выдыхается, а остальное, с частью оставшихся элементов, соединяется с образованием хлорофилла, который представляет собой соединение крахмала и небольшого количества азота. Кислород, вдыхаемый растениями ночью, в сочетании с другими элементами, содержащимися в соке, образует окисленные растительные соединения.

М. Косманн из Страсбурга заметил, что как листья растений, так и их венчики выделяют значительное количество озонированного кислорода, намного большее, чем тот, который содержится в воздухе, и что ночью его количество меньше.

Все части растений, которые *не зеленые*, выдыхают углекислый газ и вдыхают кислород, как животные, днем и ночью; если им помешать вдыхать кислород, они теряют свою жизненную силу, вскоре задыхаются, и растение погибает. Истечение кислорода листьями связано с питанием растения, вдыхание этого газа связано с его жизнью.

Когда сок полностью организован за счет дыхания, испарения и химико-жизненно важного воздействия света, он спускается главным образом через камбий, лежащий между листьями и древесиной. Из этого слоя сок распределяет по каждому органу, способному к росту, необходимые питательные жидкости, откладывает различные органические соединения и ежегодно обновляет камбий. Часть сока в процессе спуска проникает в древесину по горизонтальным костномозговым лучам, в клетках которых откладывается крахмал. Спуск сока, несомненно, происходит под действием силы тяжести.

Латекс - это общее название белых или окрашенных соков, характерных для некоторых растений. Он отделяется в листьях от опадающего сока, который всегда бесцветен и состоит из прозрачной жидкости, загустевшей и окрашенной плавающими в ней белыми, желтыми, красновато-коричневыми или зелеными шариками; он не синее под действием йода, следовательно, не содержит крахмала. Эти настоящие соки различаются как по качеству, так и по цвету; некоторые содержат жирные вещества, другие вещества совершенно другой природы, например каучук; некоторые из них мягкие и питательные, многие едкие и ядовитые; некоторые содержат алкалоиды, в других их нет. Эти соки ни в коем случае не необходимы для жизни растения, поскольку иногда их не хватает в самых необходимых частях, и они встречаются у определенных видов, а не у других, наиболее близких к ним. Несомненно, что тропические молочнокислые растения, которые не вырабатывают должного количества соков при попадании в холодный климат, все же производят свои молочные сосуды.

Эти сосуды повторяют разветвления жилок листьев у высших сортов, а также у некоторых однодольных растений. В стебле молочные сосуды расположены особенно в слоях коры, где они принимают форму длинных сетчатых перпендикулярных протоков, по которым соответствующие соки спускаются к корням.

Каждое растение имеет свою собственную систему молочных сосудов, и М. Лестибудуа обнаружил, что окрашенные жидкости движутся быстро; движения очень сложные, не от точки к точке, а таким образом, что гранулы разносятся жидкостью по всем разветвлениям сложной сети.

Перегородки, или разделения между первичными клетками, оказывают мощное влияние на вещества, содержащиеся в соке, когда он проникает через них, без сомнения, действуя как диализирующая мембрана, которая отделяет студенистое вещество от кристаллоидного. Латекс, вероятно, отделяется от сока перегородками в клетках листьев и направляется в характерные для него сосуды, а затем, пока сок опускается и проходит через камбий, он, вероятно, диализируется перегородками между клетками этого слоя, задерживая белок и другие студенистые вещества и позволяя сахару, крахмалу и другим кристаллоидным веществам свободно проходить и образовывать отложения органических соединений на следующий год. Многолетние растения во внетропических странах зимой остаются в состоянии покоя; затем их клетки наполняются органическими соединениями в виде белка, а также сахара, камеди и т.д., Но особенно крахмалом, который превращается в сахар или декстрин, когда весна пробуждает растения к обновленной жизни и активности.

Состав неорганической материи очень прост; радикалов сравнительно немного, и вещества состоят из небольшого числа эквивалентных атомов, самое большее из восьми или десяти, иногда только из двух или трех. Оксид углерода образуется из одного атома углерода и одного атома кислорода; угольная кислота образуется из одного атома углерода и двух атомов кислорода; а ацетилен, основа синтетических соединений М. Бертоле, содержит два атома углерода и два изводорода, химически соединенных; но ни одно органическое соединение не содержит менее трех эквивалентных атомов, обычно гораздо больше. Например, лимонная кислота, которая представляет собой лимонный сок, содержит 12 атомов углерода, 5 водорода и 11 кислорода; в то время как стрихнин содержит 44 атома углерода, 23 водорода, 4 кислорода и 2 азота. Эксперимент доказал, что силы, поддерживающие стабильность многочисленных и сложных составных частей органических веществ, уменьшаются в энергии по мере увеличения числа эквивалентных атомов; следовательно, такие соединения находятся в менее устойчивом равновесии, чем равновесия неорганических тел, и более подвержены нарушению и превращению в новые и более стабильные формы.

Поскольку химические функции неодинаковы во всех клетках, расположенных в разных частях растения, они вырабатывают разные вещества из одних и тех же материалов. Кроме того, по мере роста растения вводятся новые вещества, на которые воздействуют свет и тепло различных сезонов года, так что из заданного количества первичных элементов могут образовываться многочисленные соединения. Например, основными элементами пшеничной муки или зерна спелой пшеницы являются углерод, три элементарных газа, сера, фосфор, кальций, магний и силикс; но во время прорастания и роста растения, его цветения, формирования семян и созревания зерна определенные части этих элементов химически соединяются в определенных пропорциях с образованием целлюлозы, крахмала, сахара, камеди, глютена, фибрина, белка, казеина и жира, которые содержатся в пшеничной муке.

Как бы сильно ни отличались растения по своим органическим продуктам, все они сходятся в производстве белка, который принимает активное участие в формировании клеток; и все производят нейтральные гидраты углерода, такие как целлюлоза, крахмал, сахар, камедь и т.д., которые состоят из углерода в сочетании с водородом и кислородом в точной пропорции, которая образует воду. Многие из них содержат в точности одинаковое количество углерода и различаются только количеством водного элемента, как, например, лигнин, крахмал и тростниковый сахар, которые состоят из 12 частей углерода в состоянии соединения с 8, 10 и 11 частями воды соответственно; действительно, сродство между многими из этих нейтральных гидратов носит наиболее интимный характер. Некоторые из их разновидностей изомерны, то есть содержат одни и те же ингредиенты в одинаковых пропорциях, и все же они существенно различаются по своим свойствам.

После целлюлозы крахмал является наиболее универсальным и отличительным из растительных продуктов, являясь составной частью всех растений, за исключением грибов. Он изобилует зернами и другими семенами и снабжает молодое растение пищей до тех пор, пока оно не сможет прокормить себя само. У обоих видов цветковых он встречается в виде мелких бесцветных прозрачных зерен, либо плавающих в соке, прикрепленных к стенкам клеток, либо накапливающихся внутри них. Шарики крахмала очень маленького размера вложены, поодиночке или группами, в гранулы хлорофилла или зелень листьев; способ образования зеленого покрытия неизвестен. Крахмал - это органическое вещество, варьирующееся от зерен незначительной крупности до таких, которые видны невооруженным глазом, и такого

разнообразия форм, что можно с достаточной уверенностью установить, на каком растении было произведено зернышко крахмала. Мелкие зерна, как правило, шаровидные, но какой бы формы они ни были, каждое состоит из ряда наложенных друг на друга слоев разной плотности, на которых в поляризованном свете видны цветные кольца и черный крест.

Крахмал - это ранний и скоропреходящий продукт молодых растений, которому суждено в более поздний период превратиться в питательные вещества, но, будучи нерастворимым в холодной воде, он непригоден для распространения вместе с соком. Однако фермент, называемый диастазой, вырабатываемый при зарождающемся прорастании зерен в клубнях картофеля и т.д., находясь в измененном состоянии, придает это состояние крахмалу и превращает его в сладкое растворимое вещество, известное как декстрин или крахмальная камедь, которое способно разноситься по всему растению с соком и которое само в конечном итоге превращается в сахар. Декстрин является ингредиентом первичной клетки. Крахмал, декстрин и целлюлоза изомерны: состоят из одних и тех же элементов с разными характеристиками.

Древесная часть деревьев и кустарников, волокна конопли, льна, агавы и многих других растений состоят из целлюлозы, наиболее чистой формой которой является отбеленный лен. В процессе вегетации клетки древесной ткани деревьев, а также клетки древесных и волокнистых растений, которые в молодом возрасте прозрачны и бесцветны, покрываются изнутри склерогеном, красящим веществом древесины, веществом различных оттенков. Во внетропических странах он обычно имеет некоторый оттенок коричневого, иногда темный, иногда настолько бледный, что становится почти белым с желтоватым или красноватым оттенком; а иногда он красиво обозначен, как в древесине оливы. В тропических странах цвета более яркие и разнообразные, более глубокие и даже черные, как у эбенового дерева. Это красящее вещество содержит такое же количество кислорода, как и целлюлоза, но содержит водород и больше углерода, следовательно, древесина горюча пропорционально количеству содержащегося в ней склерогена. В буке он составляет половину древесины, в дубе - две трети, а в эбеновом дереве - девять десятых, поэтому он наиболее легко воспламеняется из трех. Дополнительный углерод получается при усиленном дыхании, водород - при разложении воды в соке.

Сахар является почти таким же универсальным компонентом высших классов растений, как целлюлоза и крахмал, поскольку, помимо сахаристого сока бесчисленных растений, крахмал, кислоты незрелых растений и даже едкий сок инжира и других растений превращаются в сахар по мере того, как растение приближается к зрелости и созревают плоды. Манна и другие сахаристые выделения из листьев или стеблей деревьев, таких как липа, вероятно, задерживаются диализирующими перегородками клеток и выходят наружу через поры кожи. Сладкий сок, содержащийся в нектарниках цветов, образуется в других частях растения и редко попадает в цветок до того, как он полностью распустится; его количество достигает максимума во время выброса пыльцы и прекращается, когда образуются плоды. У различных растений и такой уникальной и красивой расы, как Орхидеи, это, очевидно, предназначено для привлечения насекомых за их помощь в оплодотворении.

Растительные масла, смолы и воск, состоящие из тех же простых элементов, что и гидраты, образуют большой класс легковоспламеняющихся органических веществ, в которых преобладает водород. Оливковое масло - редкий случай получения концентрированного масла из фруктов; некоторые лавровые орехи также обладают этим свойством, но концентрированные

масла в основном содержатся в семенах, таких как грецкий орех, лещина и миндаль, в которых принцип действия масла проявляется в наибольшей чистоте. Его особенно много в семенах конопли, и у большого разнообразия растений крахмал в семенах превращается в масло для питания зародыша, пока семенные лепестки не поднимутся над землей и не появятся настоящие лепестки.

Смолы, камеди и воск, являясь коллоидными веществами, подвергаются диализу и выводятся из системы либо через трещины в коре, либо через поры в листьях. Смолы выделяются через кору из каналов, которые проходят между клетками растения, в виде раствора и уплотняются кислородом при поступлении в воздух. Травянистая зона в коре деревьев семейства пихтовых и сосновых обеспечивает обильный запас смол и бальзамов; камфорное племя и амириды богаты ими в виде ладана, мирры, мекканского бальзама и олибанума, который считается ладаном Священного Писания.

Воск является распространенным растительным продуктом, особенно в жаркой зоне, где многие восконосные растения обеспечивают местных жителей светом. Выделение через поры многих растений покрывает их поверхность смолой или воском. Молодые почки часто покрывают смолой, чтобы защитить их от холода и сырости зимой и ранней весной, как у конского каштана и бальзамического тополя. Именно воск придает цвет сливе, вишне и винограду, а капли дождя лежат на восковой поверхности капустного листа, как алмазные шарики, благодаря полному отражению света в точке их соприкосновения. Воск защищает растения от сырости в дождливом климате и предотвращает слишком сильное потоотделение мясистых листьев алоэ, кактуса и других обитателей выжженных и жарких регионов тропиков.

Рассмотренные до сих пор растительные вещества нейтральны, но замечательные соединения белок, фибрин и казеин, уже упомянутые как составляющие пшеничной муки, содержат не только углерод и водород с небольшим количеством кислорода, но и азот и небольшие количества серы и фосфора. Каждое из этих трех органических соединений является одним и тем же, независимо от того, получено ли оно из животных или растительных веществ. Таким образом, белок химически одинаков, независимо от того, получен ли он из пшеницы и других злаков, из корня маранты, корней георгина, сыворотки крови или яичного белка. Поскольку он образует пленку или тонкий покров первичной клетки и соединяется с декстрином в ее внутренней вязкой оболочке, он не только является ингредиентом всех растительных организмов, но и играет важную роль в росте всего растительного мира. Фибрин химически одинаков в соке растений и в крови, в которой он существует в виде жидкости при жизни животного и в виде волокон после смерти. Он составляет основу мышечной системы животных, а то, что извлекается из сока растений, самопроизвольно сворачивается, как кровь. Казеин химически идентичен, независимо от того, получают ли его из творога или гороха и фасоли. Азот является очень важным компонентом в этих веществах, а также в студенистом веществе глютене. Он является неотъемлемой частью животного организма и либо очень питателен, либо вреден для овощей, будучи одновременно одним из самых ценных, противоречивых и мощных агентов в природе.

Химики синтезировали соединения, идентичные всем основным и эфирным маслам, и теперь кондитеры могут придать аромат груше, апельсину, айве, ананасу и другим фруктам с помощью искусственных химических соединений. Искусственно еще не получены все сахаристые вещества, равно как и белковые вещества, альбумин, фибрин и казеин.

Неудивительно, что, когда химики формируют органические вещества из неорганических элементов, им удастся преобразовывать соединения, производимые живыми растениями, в новые соединения, подобно превращению растительных кислот в спирты, что делается сейчас. Но некоторые кислоты сами по себе образуются синтетическим путем из неорганических элементов; как, например, щавелевая, наиболее распространенная из всех растительных кислот, которая в наибольшем количестве содержится в щавеле или древесном щавеле и является частым компонентом высших и низших растений. Муравьиная кислота, которая является едким жалящим веществом у муравьев, также образуется синтетическим путем; она содержится в соке жгучей крапивы и в гниющих сосновых листьях и содержит водород, как и все другие растительные кислоты. Эти кислоты образуются в результате увеличения количества кислорода во время ночного дыхания, которое глубоко проникает в структуру растения.

Микроскопические кристаллы октаэдрической, призматической и звездчатой формы, образующиеся в результате химического сочетания природных кислот с основаниями, усвояемыми корнями, откладываются в клетках под кожей и во всех частях растений. Однако чаще всего они появляются в виде пучков игольчатых кристаллов карбоната извести, лежащих бок о бок в полости ячейки. Они известны как рафиды, от *raphis* "игла", и их можно легко увидеть под кожей лекарственного сквилла. Крупные монокристаллы оксалата извести, октаэдрической или призматической формы, содержатся в клетках под кожицей лука и других растений; а звездчатых кристаллов того же вещества в ревете обыкновенном так много, что лучшие образцы сухого лекарственного корня содержат до тридцати пяти процентов. из них; в то время как ткани некоторых старых растений из племени кактусов настолько насыщены ими, что становятся довольно хрупкими. Известковая основа в некоторых случаях сочетается с винной, лимонной или яблочной кислотой. Кристаллы некоторых рафидов имеют длину $\frac{1}{40}$ дюйма, другие - не более сотой доли дюйма; они видны при поляризованном свете.^[80] Сферические рафиды диаметром от $\frac{1}{2000}$ -й до $\frac{1}{4000}$ -й доли дюйма были обнаружены обильно разбросанными по тканям листьев и тем частям растений, которые являются модификациями листьев; их можно увидеть под кожицей пеларгоний и других растений, и предполагается, что лишь немногие отряды растений, если вообще какие-либо, встречаются. без них.^[81]

Хотя азот составляет 78,8 тысячных долей атмосферы, ни одна из них или, по крайней мере, незначительное количество его не поглощается растительным миром; этот великий принцип питания полностью обеспечивается аммиаком и азотной кислотой, которые усваиваются корнями и разлагаются химико-жизненной энергией. Здесь он проявляет свой капризный характер, соединяясь с другими простыми элементами в коре, образуя в одних растениях самые ценные лекарства, а в других - самые смертоносные яды, в то время как ни одно растительное вещество не является полностью питательным без него.

Молочный сок под воздействием воздуха сворачивается в вязкое твердое вещество. Белый сок, как правило, едкий, или наркотический, или и то и другое вместе, и по большей части чрезвычайно ядовитый, хотя демонстрирует сильные контрасты даже у почти родственных видов. В отряде Молочайные, или молочайные, насчитывающем почти 1500 видов, значительная часть из них вредна; но существует грация от простых стимуляторов до самых грозных ядов. Этот приказ снабжает этиопу и коренного бразильца ядом для их стрел. В нем содержатся манчинель и *Echocaria Agallocha*, самое ядовитое из растений; даже дым от горящих ветвей *Echocaria* вызывает невыносимую боль в глазах. Белый сок инжира, относящегося к отряду Морад, сильно ядовит; у многих, как у обыкновенного инжира, он едкий и

вызывает раздражение. *Antiaris toxicaria*, знаменитое яванское дерево Упас, относящееся к отряду Артокарповых, или Хлебных плодов, обязано своей вирулентностью млечному соку, в котором содержится стрихния, самое смертоносное из лекарств. Какими бы опасными и острыми ни были эти виды, плоды хлебного дерева, богатые крахмалом, обеспечивают жителей ост-индских островов превосходной пищей; млечный сок борщевиков, главным образом сортов хлебного дерева и инжира, служит полезным напитком для южноамериканцев; а маниота, или маниока, ядовитая молочайная трава в сыром виде, при обжаривании дает питательную пищу для целых народов, причем жар устраняет опасный компонент. Каучук, самое безвредное вещество, является твердым продуктом многих наиболее едких и опасных соков растений, относящихся к предыдущим отрядам; яд, вероятно, остается в жидкости. Химико-жизненная сила поразительно иллюстрируется количеством безопасных и превосходных плодов, выращиваемых на деревьях, полных самых вредных соков, молочных или нет. Некоторые из лучших фруктов Индийского архипелага являются продуктами производства чрезвычайно опасных видов *Sapindaceae*, или мыльных червей. Едкие соки листьев и ветвей настолько разбавлены водой в плодах, что они становятся безвредными, или их можно заменить сахаром, как в обычном инжире. Ничто не может сравниться по ядовитости с соком дерева Упас, однако его орехи безнаказанно употребляются в пищу, а мясистое содержимое плодов *Strychnos nux vomica* служит пищей для птиц. Листья и ягоды картофеля обладают настолько сильным наркотическим действием, что экстракт из них занимает промежуточное положение по силе между экстрактами паслена смертоносного и болиголова, однако сам картофель, как и маниока, становится полезным при варке или обжаривании.

Алкалоиды - это щелочные вещества, образующиеся в коре и млечных соках растений, которые всегда соединяются с кислотой в течение жизни растения. Химическая структура этого класса веществ очень похожа, и химикам удалось получить многие из них синтетическим путем; все они содержат азот и обладают большим сродством к кислотам. Кора различных видов *Cinchoneae*, особенно *Cinchona cordifolia* и *C. Condaminea*, дает три алкалоида, а именно хинный, хининовый и кускониновый — все они образованы из углерода, водорода и азота в одинаковых пропорциях; но первый содержит дополнительно один атом кислорода, второй - два атома, а третий - три; так что в этих алкалоидах углерод, водород и азот соединяются с образованием органического радикала, который окисляется в трех различных степенях. Шесть алкалоидов были получены из опиума, который является твердой частью молочного сока мака; из них морфин, по-видимому, является наркотическим веществом; а молочный сок оранжевого цвета хелидонии, очень ядовитого и едкого растения отряда маковых, дает хелидонин. Отряд Безвременник, содержащий луговой шафран, или осенний крокус, и Вератрум альбомный, или морозник белый, а также многие другие растения, дают алкалоиды, все из которых являются лекарственными или ядовитыми, в зависимости от дозы.

Едва ли найдется народ, каким бы диким он ни был, который не открыл бы какой-нибудь возбуждающий наркотик. Опиум почти повсеместно курят или употребляют в пищу среди восточных народов; и бханг, сильный наркотик, получаемый из листьев индийской конопли, одинаково широко используется бразильскими дикарями и готтентотами, но особенно среди малайцев, которые возбуждаются до безумия, когда курят его слишком много. Такой же опьяняющий эффект производит крепкий ликер, приготовленный из *Datura sanguinea*, разновидности *stramonium*; а его аналог табак, который в настоящее время практически необходим для жизни цивилизованному человечеству, курили коренные жители американского континента до прибытия европейцев как средство от голода.

Кофе долгое время использовался из-за его стимулирующего действия кофеина, который, как теперь обнаружено, аналогичен теину, однако последний оказывает менее возбуждающее действие, если только чайное растение не произрастает в очень жарком климате. В странах, где природа дает мало наркотических веществ, их место занимают вино, пиво и крепкие спиртные напитки, особенно на крайнем севере, где холод быстро уносит животный жар, а для восполнения всепожирающего кислорода, который мы вдыхаем при каждом вдохе, требуется углерод.

Кофеин, высокоазотированное вещество кофе, получаемое из чайных листьев и кофейных зерен, является одним из веществ, известных как нейтральные кристаллизующиеся вещества. Аналогичные вещества содержатся в спарже, перце, миндале, коре корней яблони, груши, сливы и вишни, а также в коре ивы. Два последних особенно аналогичны и не содержат азота, в отличие от других.

Красящее вещество цветов - это жидкость, содержащаяся в клетках, расположенных непосредственно под кожицей, которая сама по себе совершенно прозрачна и бесцветна. Предполагается, что белизна белой камелии, розы, лилии и других цветов обусловлена полным отражением света от клеток непосредственно под кожей, которые либо наполнены воздухом, либо бесцветной жидкостью. Преобладающие цвета - желтый, красный и синий с различными промежуточными оттенками. Иногда эти цвета переходят один в другой в лепестке после оплодотворения, и в этот период цвета становятся ярче. Химическая природа этих жидкостей, причина их разнообразия и их определенного расположения в одном и том же лепестке, по-видимому, еще не выяснены.

Части растений, которые не являются зелеными, вдыхают кислород из атмосферы и выдыхают углекислый газ точно так же, как животные. При химическом соединении кислорода с углеродом, получаемым из питательных веществ, с образованием газообразной углекислоты обязательно выделяется тепло, особенно в цветке, причем точка максимального нагрева меняется в зависимости от его расширения. Цветки ароидеи, или арумы, замечательны выделением тепла. Согласно Соссюру, цветок арума желтого обыкновенного потребляет в пять раз больше кислорода, чем за двадцать четыре часа до образования плодов, поэтому неудивительно, что химическое сочетание такого количества кислорода должно приводить к сильному повышению определенной температуры. По наблюдениям М. Дютроше, тепло, выделяемое *Arum maculatum*, имеет максимум днем и минимум ночью, и он обнаружил, что оно превышает температуру окружающего воздуха на 25-27 °. Температура *Colocasia odorata*, другого вида Арада, была определена несколькими наблюдателями как даже на 50 ° превышающая температуру воздуха. Тепло, выделяемое при прорастании семян в куче, возникает не в результате ферментации, а из-за потребления ими кислорода и истечения углекислого газа. Температура всех вегетирующих частей растений, корней, листьев, молодых сочных побегов и т.д., намного выше, чем у их цветов. Он образуется в процессе питания и достигает максимума в полдень и минимума в полночь, как у цветка. Рост растений наиболее интенсивен в полдень; следовательно, тогда происходит большее выделение тепла.

Вода в небольших количествах выделяется ночью и утром из кончиков листьев многих растений, вероятно, для того, чтобы избавить их от переизбытка жидкости, для удаления которой испарения недостаточно. Арумы примечательны тем количеством, которое они выбрасывают. Они падают каплями с кончиков листьев. Каждый вечер огромные листья *Caladium*

distillatorium, разновидности арада, выдают около половины пинты. У этого растения и у Колоказии вода течет по каналам вдоль каждого ребра в общий проток, который проходит по краю листа и заканчивается отверстием на поверхности.

Поскольку электричество вырабатывается в результате химического воздействия на неорганическую материю, можно предположить, что оно вырабатывается также внутри растительной клетки, где образуется так много органических соединений; но, вероятно, оно выделяется из кончиков листьев или путем испарения с их поверхности. Профессор Флеминг установил с помощью реального эксперимента, что сок листа и его поверхность находятся в разном электрическом состоянии; он также обнаружил, что поверхность спонгиол корней растений и восходящий сок обладают противоположной электрической активностью. Оба предыдущих случая профессор приписывает, по крайней мере частично, органическим изменениям, происходящим во время вегетации. Слабые электрические токи были получены от черешков цветов, но плоды и клубни дают мощные электрические токи из-за реакции различных овощных соков друг на друга. Говорят, что клубника излучает мерцание и рассыпает маленькие искры света в жаркий электрический вечер, и садоводам давно известно, что грибная икра наиболее обильна в ненастную погоду.

Раздражительность тканей растений, которая делает их подверженными воздействию внешних причин, привлекала внимание многих знаменитых ботаников. Из экспериментов профессора Фердинанда Кона и его ученика М. Крабша по раздражаемости тычинок в соцветиях на дисках составных цветков, особенно у столетних мочевинок, они пришли к выводу, что восприимчивостью к возбуждению светом, а также к механическому и, вероятно, электрическому импульсу обладают все молодые сильные ткани, и, сравнивая эти явления с явлениями раздражительности животных, они далее заключают, что способность отвечать на внешнее раздражение внутренними движениями и изменением формы принадлежит клеткам и сохраняется в растении, как и в растительных тканях. Царство животных. Быть раздражительной, изменять свою нормальную форму как сосуда возбуждения и через некоторое время возвращаться к нормальной форме благодаря своей внутренней эластичности - вот характеристики живой клетки. У растений эти свойства проявляются только тогда, когда жизненные процессы находятся в полной активности, и поэтому особенно заметны в период цветения, когда процессы находятся на максимуме. И можно заметить, что тычинки, в которых раздражительность наблюдается чаще всего, являются единственными органами, в которых происходит повышение температуры, измеряемой термометром, хотя определенная степень тепла вырабатывается во всех растительных клетках в результате протекающего в них химического процесса. Следует предположить, что раздражающие свойства присущи всем частям растений, но что они проявляются в усиленной степени и в течение определенного периода в тех частях, где их результаты привлекают внимание, как, например, в тычинках *Centaurea*, *berberry*, *cactus*, *Cistus*, крапивы и т. д., а также в пыльниках *Stylideae*, листьях *Dionaea muscipula* и многих других, все из которых в большей или меньшей степени подвержены внешнему воздействию механической силы и электричества; ибо едва ли возможно, чтобы растения не подвергались воздействию внешней силы. влияние атмосферного электричества, поскольку каждый ливень образует идеальный проводник между облаками и землей. Движение не всегда следует сразу за возбуждением; растения часто требуют сильного встряхивания перед началом движения. М. Хофмайстер заметил, что все молодые побеги и листья искривляются при механическом встряхивании.

Свет - самая универсальная и важная возбуждающая причина в растительном мире. Устьица открываются под воздействием света. Листья, молодые побеги и усики поворачиваются к свету; он регулирует сон растений, а также суточные движения маргаритки и подсолнуха. Раскрытие соцветий и складчатых листьев, которые были сомкнуты во сне в течение ночи, показывает восприимчивость их тканей воздействию света, влияние, прекрасно демонстрируемое оранжевой Эшшольцией, которая закрывает свои золотистые соцветия при каждом проплывающем облаке.

Все эксперименты М. Кона доказывают, что у *Mimosa pudica*, которая очень чувствительна к действию света, тепла, электричества и прикосновений, "распространение внешнего возбуждения протекает тем же способом, что и у животных, и нет никаких сомнений в том, что сосудистая ткань (которая содержит спиральные сосуды) представляет собой особые пучки, приспособленные для этой цели, и что явления сократимости зависят от мышечной ткани".^[82]

Из экспериментов профессора Франклина следует, что 'движения, возникающие в результате внешних причин, обусловлены жизненной сжимаемостью и что ими управляют те же законы, которые регулируют аналогичные действия в животном царстве. Их энергия меняется в зависимости от силы растения; они истощаются от чрезмерных физических нагрузок и нуждаются в отдыхе; и, подобно животным, их убаюкивают хлороформом и наркотиками".

КОНЕЦ ПЕРВОГО ТОМА.

ЛОНДОН: НАПЕЧАТАНО

СПОТТИСВУД И КОМПАНИЯ, НЬЮ-СТРИТ-СКВЕР

И ПАРЛАМЕНТ-СТРИТ

1. Профессор Фарадей.
2. Профессор Гельмгольц.
3. Обращение президента сэра Уильяма Армстронга, К.Б.н., к Британской ассоциации в Ньюкасле-на-Тайне, 26 августа 1863 г.
4. Дж. Тиндалл, эсквайр, в полиции.
5. Закон обмена был независимо доказан господами Тиндалем, Кирхгофом, Ангстремом и Бальфутом Стюартом.
6. Тиндалл нагревается.
7. Аналогично прозрачным средам, которые получают свой цвет, останавливая или поглощая одни цвета белого света и пропуская другие.
8. "Связь физических наук".
9. "Связь физических наук".

10. Они называются вакуумными трубками и заполняются в открытом состоянии путем подсоединения одного конца к сосуду, в котором вырабатывается газ, а другого конца - к воздушному насосу. Как только атмосферный воздух откачан, газ устремляется внутрь и заполняет трубку, сообщение с сосудом, содержащим газ, прерывается путем оплавления этого конца трубки, и как только газ становится достаточно разреженным, оплачивается и другой конец. Электрический разряд, который не пройдет через один дюйм воздуха, пройдет через тридцать или сорок дюймов в вакуумной трубке.
11. "Связь физических наук".
12. Лекции доктора Уильяма Одлинга, представляющие большой интерес в "Химических новостях" за 1862 год.
13. М. Х. Копп.
14. Лекции доктора Крейса Калверта об усовершенствовании печати и крашения ситца с 1851 года.
15. Это предсказание, сделанное в его "Трактате о свете", опубликованном в 1826 году, полностью сбылось благодаря открытию четырех новых металлов методом спектрального анализа.
16. Филол. маг. том iv. 1834, стр. 114.
17. 'О спектре электрической искры в сложных газах', автор г-н Дж. М. Сеген. Comptes Rendus.
18. Свет электрической лампы вырабатывается устройством, которое последовательно вырабатывает и прерывает электрический ток, в результате чего концевые угольные наконечники раскаляются докрасна.
19. 'О средствах увеличения интенсивности спектров металлов'. Автор: мистер У. Крукс.
20. Химические новости и Журнал физических наук за 4 июля 1863 года.
21. Доктор В. А. Миллер показал, что эти невидимые лучи с высоким коэффициентом преломления существуют в парах всех металлов, и получил фотографии их спектров (см. Фил. Пер. 1862, с. 876), которые соответствуют спектрам флуоресценции.
22. В γ Кассиопеи мистер Хаггинс обнаружил вторую яркую линию в красной части спектра. Он также обнаружил, что эти две яркие линии совпадают по положению с двумя самыми яркими линиями спектра водорода и, следовательно, могут рассматриваться как результат свечения водорода.
23. Сэр Джон Гершель, который является высшим авторитетом в области изучения туманностей в обоих полушариях.
24. После этого наблюдения мистер Хаггинс обнаружил, что две маленькие кометы дают аналогичный спектр.
25. Из дальнейших наблюдений мистер Хаггинс пришел к выводу, что красный цвет этой планеты обусловлен не ее атмосферой, а свойственен определенным частям ее поверхности.

26. "Ежеквартальный научный журнал", апрель 1864г.
27. 7 января 1865 г.
28. О последних открытиях, касающихся поверхности Солнца, Бальфур Стюарт, эсквайр, в "Химических новостях и журнале физических наук" за апрель 1865 года.
29. По словам Пайена. Как и крахмал, йод окрашивает его в синий цвет.
30. 'О функциях азотистого вещества растений'. By M. L. Garreau, 'Annales des Sciences naturelles,' t. xiii. 1860.
31. 'Замечания о сосудах из латекса, Сосудах Собственного происхождения и Вместилищах выделенных Соков растений'. М. Лестибуда, 'Comptes rendus', 1863.
32. Во многих частях этого раздела автор обязан превосходной работе доктора Карпентера и 'Криптогамической ботанике' преподобного М. Дж. Беркли, из которой также взяты многие сокращения.
33. "Криптогамическая ботаника" мистера Беркли.
34. "Микроскоп доктора Карпентера".
35. Эти движения были обнаружены и описаны доктором Харви в его "Руководстве по британским морским водорослям".
36. 'Криптогамическая ботаника'. Преподобный М. Дж. Беркли.
37. 'Криптогамическая ботаника'. Преподобный М. Дж. Беркли.
38. 'Микроскоп'. Автор: доктор Карпентер.
39. 'Криптогамическая ботаника'. Преподобный М. Дж. Беркли.
40. 'Британские морские водоросли'. Миссис Альфред Гэтти.
41. 'Flora Italica Crypta.'
42. "Криптогамическая ботаника" мистера Беркли.
43. "Криптогамическая ботаника" Беркли.
44. "Британские морские водоросли" миссис Гэтти.
45. "Криптогамическая ботаника" Беркли.
46. "Криптогамическая ботаника" Беркли.
47. "Путешествие авантюриста и бигля" мистера Дарвина.
48. "Криптогамическая ботаника" Беркли.
49. В Fuci плоды каждого вида перед началом плодоношения выбрасываются на поверхность емкости.

50. "Флора Антарктиды" Хукера.
51. "Криптогамическая ботаника" Беркли.
52. "Введение в криптогамическую ботанику" Беркли.
53. 'Des Myxomycetes,' par M. Antoine de Bary; et Mémoires par MM. Tulasne et Hermann Hoffman, 'Annales des Sciences Naturales,' 4me séries.
54. "Введение в криптогамическую ботанику" преподобного М. Дж. Беркли.
55. 'Sur des Isaria et Sphæria Entomogens,' par MM. L. et H. Tulasne, de l'Institut, 'Annales des Sciences Naturelles,' 4me série, 1857.
56. "О географическом распространении грибов", М. Э. П. Фрис из Упсалы, Швеция.
57. Мемуары М. Германа Гофмана "О брожении" в "Аннале естественных наук", 4 мая 1860 г.
58. "Микроскоп" доктора Карпентера.
59. М. Хоффманн.
60. 'Comptes rendus,' Nov. 12, 1860.
61. "Географическое распространение грибов" М. Фриса.
62. "Криптогамическая ботаника" Беркли.
63. "Введение в криптогамическую ботанику" Беркли.
64. "Введение в криптогамическую ботанику" Беркли.
65. "Микроскоп" доктора Карпентера.
66. "Микроскоп" доктора Карпентера
67. "Анатомия и физиология растительной клетки" М. Гуго фон Моля.
68. М. фон Мол, о "Растительной клетке".
69. "Криптогамическая ботаника" Беркли.
70. Доктор Дж. Д. Хукер о "Распространении папоротников" в "Криптогамической ботанике" Беркли.
71. "Index Filicum" Томаса Мура, Ф.Л.С.
72. Мур, в "Сокровищнице ботаники".
73. "Криптогамическая ботаника" Беркли.
74. Чарльз Джонсон, эсквайр.
75. "Криптогамическая ботаника" Беркли.
76. "Криптогамическая ботаника" Беркли.

77. Соцветие и плодоношение полностью объяснены и применены к огромному количеству растений в "Структурной и физиологической ботанике" Артура Хенфри, эсквайра, — работе большого исследовательского значения.

78. Господа. Хукер, Дарвин и Бронгнярт.

79. Professor Matteucci.

80. Доктор Карпентер, "Микроскоп".

81. "Анналы естественной истории" за 1863 год.

82. "Анналы и журналы естественной истории" за 1863 год.

Примечание переписчика

В этой книге используется непоследовательная орфография и расстановка переносов, которые были сохранены в версии для электронной книги. В текст были внесены некоторые исправления, включая исправление **опечаток** и нормализацию пунктуации. Ниже приведены дальнейшие исправления:

стр. 29 материя, не зависящая от тепла -> материя, не зависящая от тепла

стр. 166 рядом с визуальным центром -> рядом с визуальным центром

стр. 179 в разделе зависимо -> независимо

стр. 251 isr представлен -> воспроизводится

стр. 343 ig 56 -> Рис. 56

стр. 351 основы сформулированы -> основы сформулированы